PFLANZENSCHUTZBERICHTE

HERAUSGEGEBEN VON DER BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ
WIEN II., TRUNNERSTRASSE NR. 5

OFFIZIELLES PUBLIKATIONSORGAN DES ÖSTERREICHISCHEN PFLANZENSCHUTZDIENSTES

XII. BAND | JUNI 1954 | HEFT 9/12

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien)

Untersuchungen über den Kleinen Holzbohrer (Xyleborinus Saxeseni Ratz.)

Von
Max Fischer*)

Inhaltsübersicht

I. Einleitung und Problemstellung.
II. Systematische Stellung und Beschreibung.
III. Lebensweise und Entwicklungszyklus in der Fachliteratur.
IV. Untersuchungen über biologisch wichtige Körperorgane.
  a) Vergleichende Untersuchungen über wichtige Mundteile.
  b) Der Darmkanal.
  c) Der weibliche Geschlechtsapparat.
  d) Der männliche Geschlechtsapparat.
V. Biologische Beobachtungen.
  a) Das Gangsystem.
    a 1) Das primäre Gangsystem.
    a 2) Das definitive Gangsystem.
    a 3) Phylogenie des Gangsystems.
  b) Die Flugzeit.
  c) Wahl der Wirtspflanze und das Prädispositionsproblem.
  d) Die Tätigkeit des Weibchens.
  e) Die Entwicklung der Brut.
  f) Die Befruchtung.
  g) Soziales Verhalten.
  h) Die Generationenfrage.
  i) Die Pilzsymbiose.
  k) Parasiten, Feinde und Mitbewohner des Kleinen Holzbohrers.
VI. Geographische Verbreitung.

*) Auszug aus der der Universität Wien vorgelegten Dissertationsarbeit des Autors.

VII. Die Bekämpfung der Obstbaumborkenkäfer.
   a) Krankheitsverlauf bei Borkenkäferbefall.
   b) Bisheriger Stand der Borkenkäferbekämpfung.
   c) Eigene Versuche.
VIII. Zusammenfassung.
IX. Literaturverzeichnis.

I. Einleitung und Problemstellung

Die Kenntnis der Lebensweise unserer einheimischen Obstbaumborkenkäfer wurde vorzugsweise durch die klassische Arbeit von Schneider-Orelli (1913) über Anisandrus dispar gefördert. Es wurden damals Fragenkomplexe geklärt, die seit Jahrzehnten dringend einer Lösung harrten, handelt es sich doch um ein Objekt, das nicht nur wissenschaftliches, sondern auch praktisches Interesse verdient. Die Borkenkäfer gehören zu den gefährlichsten Feinden unserer Obstanlagen. Von den vier bei uns einheimischen Obstbaumborkenkäfern, Scolytus mali und rugulosus, Anisandrus dispar und Xyleborinus Saxeseni, stehen die beiden letzteren in dem Ruf, den größeren Schaden zu verursachen.

Vor den Untersuchungen von Schneider-Orelli wußte man wenig über die Lebensweise von Anisandrus dispar. Die Zahl der jährlichen Generationen wurde verschieden angenommen und die Flugzeiten waren nicht genügend bekannt. Ebenso wenig bestand Klarheit, ob die Pilzsymbiose als wesentlich oder unwesentlich zu betrachten sei und auch die Art der Übertragung des Pilzes war nicht bekannt. Schneider-Orelli stellte endlich fest, daß A. dispar jährlich nur eine Generation und eine einzige Flugzeit Ende April und anfangs Mai hat. Er untersuchte auch den Entwicklungsverlauf und vor allem die Pilzsymbiose genau.

Vom Leben des Xyleborinus Saxeseni wußte man bis zur Gegenwart ebensowenig, wie vor der Arbeit von Schneider-Orelli über das des A. dispar. Der Entwicklungszyklus wurde zwar wiederholt, aber in abweichender Art dargestellt. Die tatsächlichen Beobachtungen, welche gemacht wurden, waren spärlich und verleiteten zu voreiligen Schlüssen. In dieser Situation schien es wünschenswert, erneute Untersuchungen über die Lebensweise von X. Saxeseni durchzuführen.

Das Ziel dieser Arbeit war eine möglichst genaue Beschreibung des Lebenszyklus', dieser Art, eine Erforschung der Lebenstätigkeit der Männchen und Weibchen, Feststellung der allfälligen Flugzeiten und der Zahl der Generationen im Jahr, Einzelheiten über die Eiablage, Wahl der Wirtspflanze, Studium der Pilzsymbiose. Morphologische Untersuchungen biologisch wichtiger Körperorgane sollten die gewonnenen Befunde untermauern bzw. noch ergänzen. Besonders jene Fragen, die sich um die Pilzsymbiose gruppieren, hätten ohne Untersuchung des Darmkanals nicht in Angriff genommen werden können.

Herrn Dr. F. Beran, Direktor der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien, danke ich für die Anregung zu dieser Arbeit. Fr. Dr. H. Böhm, die mich durch zahlreiche Ratschläge und bei der Beschaffung von Versuchsmaterial unterstützte, bin ich ebenfalls zu Dank verpflichtet.

II. Systematische Stellung und Beschreibung

Der Kleine Holzbohrer wurde 1837 in Europa von Ratzeburg beschrieben und zu Ehren des damals bekannten Entomologen Saxesen Xyleborus Saxeseni benannt. Später wurde bekannt, daß schon 1826 Say in Amerika eine ähnliche Form als X. xylographus beschrieben hatte. Damals begann man deshalb, an Stelle des Ratzeburgschen Namens den von Say zu verwenden, um dem Prioritätsgesetz gerecht zu werden. 1918 erkannte endlich Swaine (siehe auch Eggers, 1922), daß die Beschreibung von Say ungenau sei und auf mehrere, zweifellos voneinander abweichende Arten passe und daß X. Saxeseni Ratz. und X. xylographus Say unbedingt verschiedene Arten seien. Der Artname Saxeseni besteht somit bis heute durchaus zurecht.

Reitter (1916) hat von der alten Gattung Xyleborus Eichhorn die Gattung Xyleborinus abgetrennt, welcher auch X. Saxeseni zufällt. Nach dem neuesten Stand muß also der Kleine Holzbohrer, auf den sich die vorliegende Arbeit bezieht, Xyleborinus Saxeseni Ratz. heißen.

Die Borkenkäfer gehören zusammen mit den Platypodiden zu den differenziertesten und am meisten abgeleiteten Formen der Rhynchophoren. Die ursprünglichsten Rhynchophoren sind die Anthribiden. Sie schließen sich im Bau der Mundwerkzeuge und Fühler den Phytophagen, besonders den Bruchiden an. Unter den Rhynchophoren hat es zahlreiche Parallelentwicklungen gegeben, so daß es Gruppen gibt, die in bezug auf ein Merkmal weiter, in bezug auf ein anderes weniger weit fortgeschritten sind. Die Borkenkäfer sind als eine Familie aufzufassen, welche sich parallel mit mehreren anderen Gruppen der Rhynchophoren entwickelt hat.

X. Saxeseni gehört der Gruppe der Xyleborini an. Folgende Merkmale unterscheiden diese Gruppe von den übrigen Tribus der Borkenkäfer: Der Basalrand der Flügeldecken ist gekantet, die Fühler sind dicht am Vorderrand der Augen eingelenkt, die Fühlergeißel ist fünfgliedrig. Der Halsschild ist so punktiert, daß seine hintere Hälfte wenig oder gar nicht gekörnt erscheint. Die kegelförmige Wölbung des Halsschildes ist ein besonderes Kennzeichen vieler Xyleborinen. Dem X. Saxeseni fehlt dieses Merkmal. Männchen und Weibchen sind habituell sehr verschieden. Die hier gemachten Angaben beziehen sich hauptsächlich auf die Weibchen.

X. Saxeseni ist langgestreckt, walzenförmig und dunkel pechbraun. Kopf und Halsschild sind etwas heller. Fühler und Beine sind rostrot. Der Halsschild ist im Gegensatz zu vielen anderen Xyleborinen beträchtlich länger als breit. Seine Scheibe ist vorn gewölbt und gekörnt,

die hintere Hälfte ist glatt. Die Flügeldecken glänzen stark und sind fein punktiert gestreift. Das Männchen ist braungelb, im allgemeinen lichter als das Weibchen. Sein Körper ist buckelförmig nach vorn übergebeugt. Die Flügeldecken sind an der Naht verwachsen. Die häutigen Flügel sind verkümmert, aber es sind immerhin noch Rudimente vorhanden. Die Länge des Weibchens beträgt 2·3 bis 2·5 mm, die des Männchens 1·7 bis 2·3 mm.

III. Lebensweise und Entwicklungszyklus in der Fachliteratur

Die holzbohrenden Borkenkäfer fallen durch einen stark entwickelten Geschlechtsdimorphismus auf, welcher sich in morphologischer Hinsicht durch den abweichenden Körperbau, in physiologischer Hinsicht in einem zahlenmäßigen Mißverhältnis und in einer abweichenden Lebenstätigkeit der Geschlechter äußert.

Bei X. Saxeseni ist der zahlenmäßige Unterschied der Geschlechter besonders groß. Eichhoff (1881) fand ein Verhältnis von 1 : 25 zu Gunsten der Weibchen, Calwer (1916) spricht sogar von 1 : 30. Eine Folge des Mangels der häutigen Flügel ist, daß die Männchen nicht fliegen können und daher ihre Geburtsstätten niemals verlassen können. Eichhoff sagt deshalb, daß die Begattung in den Muttergängen stattfinden müsse oder in deren Nähe. Dieselbe Behauptung machen Hopkins (1898) und Chamberlin (1918) indem sie sagen, daß die Weibchen im Winter bereits befruchtet seien, also zu einer Zeit, wo sie ihre Geburtsstätten noch gar nicht verlassen haben. Weiters wird daraus gefolgert, daß die Befruchtung schon im Herbst stattfinden müsse.

Über Flugzeit und Entwicklungszyklus gibt es drei verschiedene Versionen.

1. Eichhoff (l. c.) nimmt zwei jährliche Generationen an. Die erste soll im zeitigen Frühjahr zugleich mit der des X. monographus (März, April) auftreten. Aus der Tatsache, daß die ersten Jungkäfer schon im August ausgereift sind und daß man im Winter in den Gängen ebenfalls fertige Käfer findet, wird geschlossen, daß im August eine zweite Flugzeit vorliegen müsse. Die Winterkäfer sollen der zweiten Generation angehören. Henschel (1895), Kotte (1948) und Ferrant (1911) nahmen ebenfalls eine doppelte jährliche Generation als wahrscheinlich an.

2. Hopkins (l. c.), Chamberlin (l. c.) und Calwer (l. c.) gehen von der Tatsache aus, daß man in den Gängen des X. Saxeseni zu den verschiedensten Jahreszeiten alle möglichen Entwicklungsstadien zugleich beobachten kann. Es gibt den ganzen Sommer über Eier, Larven aller Größen, Puppen und Jungkäfer. Auch im Winter kann man mit Ausnahme der Eier alle Stadien auf einmal antreffen. Nur Paillot (1926) gibt an, daß hauptsächlich die Käfer überwintern.

Die genannten Autoren nehmen an, daß der Flug der Weibchen im Frühjahr beginnt und den ganzen Sommer über bis zum Einbruch der kalten Jahreszeit andauert. Die Weibchen, die eine Kolonie gründen, sollten den ganzen Sommer bohren und dazwischen immer wieder Eier ablegen. Daraus folgt, daß ununterbrochen Bohrmehl gefördert werden muß und daß jederzeit alle Stadien vorhanden sein müssen. Ein Weibchen sollte einige Jahre lang leben und Eier legen können.

3. Wahl (1914) spricht von einer Flugzeit, welche Ende Mai und im Juni sein soll. Die Weibchen legen seiner Meinung nach lange Zeit Eier, ähnlich wie es oben beschrieben worden ist. Zudem nimmt er noch eine zweite Flugzeit im August an. Zur Entwicklung werden 8 bis 11 Wochen benötigt.

Zuletzt sei noch Schneider-Orelli (1915) genannt, welcher nur von einer Flugzeit zwischen dem 20. April und Ende Mai im Schweizer Mittelland spricht. Sie soll über einen Monat dauern.

Die Tätigkeit der Larven wird von allen Autoren in ähnlicher Weise beschrieben. Sie wachsen heran und nagen den Familienplatzgang aus. Nur Eichhoff (l. c.) zufolge ist es nicht ganz sicher, ob letzterer von ihnen oder vom Muttertier ausgenagt wird. Hopkins (l. c.) läßt auch die Jungkäfer an dieser Arbeit teilnehmen und berichtet, daß man in den Gängen zwischen den Larven Bohrmehl finden kann. Calwer (l. c.) beschreibt, wie die Larven mit den Mundwerkzeugen Holzstückchen von den Gangwänden abnagen, welche den Darmkanal passieren und unverdaut wieder abgegeben werden. Die einzige Nahrung der Larven sind die Ambrosiapilze. Diese wurden zuerst von Hubbard (1897) beschrieben und gezeichnet. Er behauptet, daß bei überreichem Wachstum des Pilzes die Einwohnerschaft eines Ganges daran zugrunde gehen kann.

Hopkins (l. c.) hat die Eiablage in den Brutröhren etwa folgendermaßen beschrieben: das Weibchen legt die Eier an den Seiten nahe dem Ende eines Ganges ab, oder sie werden in Höhlungen oder Abzweigungen deponiert. Es werden Häufchen von 5 bis 10 Stück gebildet. Nach Calwer (l. c.) werden die Eier in die „Familienkammer" gelegt. Nur wird nicht gesagt, wer diese Familienkammer bohrt. Nach Ferrant (l. c.) und Henschel (l. c.) erfolgt die Eiablage haufenweise. Wahl (l. c.) gibt einfach an, daß ein Weibchen 80 bis 120 Eier legt. Die schwarz gefärbten Platzgänge allein wurden sehr oft beschrieben, wobei die meisten Autoren wahrscheinlich die Beschreibung von Eichhoff übernommen haben. Groschke (1952) bringt einen Vergleich zwischen den Familiengängen des X. Saxeseni und denen des Xylosandrus germanus. Er fand, daß sich die Eingangsröhre bei letzterem unmittelbar unter der Stammoberfläche zum eigentlichen Platzgang erweitert, während bei X. Saxeseni das erst weiter im Innern des Holzkörpers der Fall ist.

X. Saxeseni wurde auch als ein Insekt mit Brutpflege, ökologischem Wohnungsbau und Wohnungsreinigung, ja sogar mit sozialem Verhalten beschrieben. Eichhoff (l. c.) hält es für wahrscheinlich, daß sich mehrere Weibchen am Bau eines Gangsystems beteiligen. Hopkins (l. c.) hat beschrieben, wie bald nachdem sich ein Weibchen eingebohrt hat, ein zweites hinzukommt und im selben Bohrloch weiterbohrt. Ein Weibchen nagt, das andere bewacht den Eingang und schafft Bohrmehl nach außen. Nach Chamberlin sind es sogar mehrere Weibchen, die sich in die Arbeit des Bohrens und Eierlegens teilen und eine richtige Brutpflege durchführen sollen. Hubbard (l. c.) hat als erster Totenkammern beschrieben, wo abgestorbene Tiere begraben werden und auch Abfallstoffe abgelagert werden. Hopkins will solche Totenkammern wiederholt wiedergefunden haben.

Bei Tredl (1907), Reitter (l. c.), Wahl (l. c.), Massee (1935), Paillot (l. c.), Ferrant (l. c.), Kotte (l. c.) und anderen sind folgende Wirtspflanzen des X. Saxeseni angeführt.

Waldbäume: Quercus, Fagus, Castanea vesca, Acer pseudoplatanus, Tilia parvifolia, Betula verrucosa, Populus pyramidalis, Ulmus, Alnus, Sorbus aucuparia, Aesculus hippocastanum, Pinus, Picea, Abies, Larix und Pseudotsuga. Alle Autoren stimmen darin überein, daß X. Saxeseni hauptsächlich in Laubbäumen vorkommt. Besonders die Buche soll nach Reitter bevorzugt sein.

Obstbäume: Pflaume, Damaszenerpflaume, Kirsche, Apfel, Marille. Obwohl gerne angegeben wird, daß alle Obstarten befallen würden, habe ich Pfirsich, Weichsel, Reineclaude, Birne und Quitte niemals unter den X. Saxeseni-befallenen Arten verzeichnet gefunden.

IV. Untersuchungen über biologisch wichtige Körperorgane

Die Präparation der inneren Organe erfolgte im Wassertropfen auf dem Objektträger unter dem Binokular bei durchfallendem Licht. Mit verschiedenen Nadeln wurden die Hartteile, der Fettkörper und die anderen der Beobachtung hinderlichen Weichteile abgetragen bis nur mehr das gewünschte Organ übrig blieb. Da es schwierig ist, den gesamten Darmkanal eines Imagos ohne Beschädigung zu präparieren, wurde zunächst der Prothorax mit dem Kopf vom übrigen Körper getrennt. Nachher gelingt es leicht, den Mittel- und Enddarm freizulegen. Bei der Präparation des Vorderdarmes wurde das Abdomen vom übrigen Körper getrennt, die Kopfkapsel mit einer Pinzette zertrümmert und dabei gleichzeitig der Vorderdarm und die Speicheldrüsen sichtbar gemacht. Die Mundteile wurden ebenfalls nach Zerreißen oder Zerquetschen der Kopfkapsel freigelegt. Die ineinanderliegenden Teile des Penis wurden mit zwei feinen Pinzetten voneinander getrennt. Die angegebenen Maße sind Mittelwerte oder die häufigsten Werte von jeweils 15 Messungen. Sie wurden mittels Okularmikrometer gewonnen.

a) Vergleichende Untersuchungen wichtiger Mundteile.

Schneider-Orelli (l. c.) hat an A. dispar und Scolytus mali gezeigt, wie die Ausbildung der Mundwerkzeuge weitgehend mit ihrer Beanspruchung in Übereinstimmung steht. Bei Scolytus mali, wo Larven und Imagines unter der Rinde bohren, sind Ober- und Unterkiefer bei den Larven und Imagines kräftig ausgebildet. Bei A. dispar dagegen, dessen Larven weiche Pilzrasen abweiden, haben nur die Imagines wirklich kräftige, zum Bohren taugliche Mundwerkzeuge. Die Unterschiede wurden durch Abmessen der Schneiden von Ober- und Unterkiefern festgestellt.

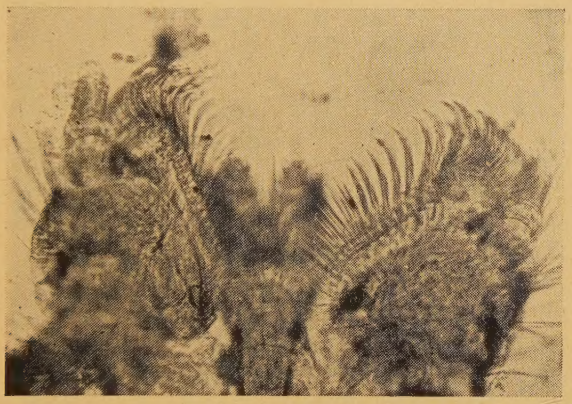


Abb. 1. Unterkiefer und Unterlippe eines Weibchens von X. Saxeseni

X. Saxeseni ist nun einerseits ein Ambrosiakäfer, andererseits nagen die Larven aber doch die geräumigen Platzgänge aus und es hat den Anschein, als ob hier eine gewaltige Arbeit geleistet werden müßte. Wenn man aber bedenkt, daß diese Platzgänge oft von mehreren hundert Larven ausgenagt werden, wobei oft noch die Jungkäfer mithelfen, so schrumpft der Beitrag der Einzellarve sicher auf ein Minimum zusammen, das in keinem Verhältnis zu dem steht, was der Mutterkäfer an Bohrarbeit leisten muß. Es ist also zu erwarten, daß bei X. Saxeseni ähnliche Verhältnisse herrschen werden wie bei A. dispar.

Der Unterkiefer eines Weibchens ist kräftig, dunkel und vollständig undurchsichtig. Seine Schneide trägt eine große Anzahl messerartiger, zum Teil S-förmig gekrümmter Borsten. Länge der Schneide: 120 μ.

Bei der erwachsenen Larve ist der Innenladen des Unterkiefers sehr schwach ausgebildet. Die Schneide trägt nur etwa 10 kurze, parallele, gerade Borsten. Länge der Schneide : 30 μ.

Noch viel kräftiger als der Unterkiefer des Imagos ist sein Oberkiefer. Dunkel und vollständig undurchsichtig, massiv, mit zwei stumpfen Höckern an der Innenkante, dürfte er die Hauptarbeit beim Bohren leisten. Der Basalrand ist weit nach außen gebogen. Abmessungen: Außenrand 205 µ, Innenrand 170 µ, Basalrand 255 µ. Größte Länge von der Basis zur Spitze 240 µ.

Der Oberkiefer der Larve ist dreieckig. An der Innenkante sind wieder die beiden Höcker. Die Farbe ist braun, heller als beim Imago. Abmessungen der erwachsenen Larve: Außenrand 139 µ, Innenrand 109 µ, Basalrand 119 µ.

Abb. 2. Unterkiefer und Unterlippe einer Larve von X. Saxeseni

Man ersieht aus den Zahlen, daß sich X. Saxeseni in der Ausbildung seiner Mundwerkzeuge wie A. dispar als ein typischer Ambrosiakäfer zu erkennen gibt.

Wenn man von der Voraussetzung ausgeht, daß die Hartteile der Larve während jeder Häutungsperiode unverändert bleiben, während die Weichteile weiterwachsen, erschließt sich die Möglichkeit, durch Auswertung zahlreicher Messungen eines Hartteiles bei Larven aller Größen, die Zahl der Larvenstadien zu ermitteln. Bei X. Saxeseni-Larven eigneten sich die Oberkiefer zu solchen Messungen, wobei jede Messung die Anfertigung eines eigenen mikroskopischen Präparates erforderte. Es wurden Außen-, Innen- und Basalrand gemessen. Die Zahlen in den Kolonnen 2 bis 4 der Tabelle 1 geben die Häufigkeit der gemessenen µ-Werte an. Das Versuchsmaterial stammte aus Gängen mit Larven aller Größen, so daß wirklich alle Stadien gemessen wurden. Das Ergebnis läßt mit hoher Wahrscheinlichkeit auf drei Larvenstadien schließen.

Tabelle 1

Ergebnisse der Oberkiefermessungen

Häufigkeit der einzelnen µ-Werte

µ	Außenrand		Innenrand		Basalrand	
88·4	—		—		—	
91·8	—		4		—	
95·2	—		16	L 1 = 95·0 µ	—	
98·6	—		6		3	
102·0	2		18	L 2 = 101·9 µ	17	L 1 = 102·6 µ
105·4	8		5		8	
108·8	22	L 1 = 108·0 µ	23		4	
112·2	4		5	L 3 = 109·4 µ	15	L 2 = 111·8 µ
115·6	—		2		4	
119·0	—		—		16	L 3 = 119·4 µ
122·4	—		—		5	
125·8	3		—		—	
129·2	9		—		—	
132·6	16	L 2 = 130·9 µ	—		—	
136·0	1		—		—	
139·4	19	L 3 = 139·3 µ	—		—	
142·8	—		—		—	

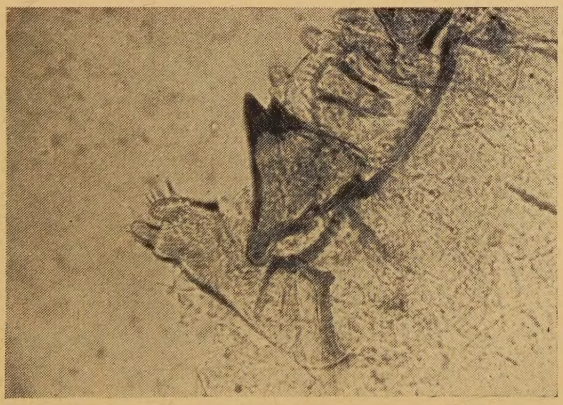


Abb. 3. Oberkiefer, 1. Larvenstadium

Die Abmessungen der drei Größen zeigen drei Maxima. Am überzeugendsten wirken die gefundenen Werte für den Außenrand. Zwischen L 1 und L 2 gibt es keinen Übergang. Auch wurde nur eine einzige Messung gemacht, die zwischen dem L 2- und L 3-Stadium liegt. Bei den

Abmessungen des Innen- und Basalrandes wurden zwar in allen in Betracht kommenden Größenordnungen Abmessungen gemacht, jedoch gibt es auch hier drei Maxima und dazwischen zwei Minima, was ebenfalls für das Vorhandensein von drei Larvenstadien spricht. Die

Abb. 4. Oberkiefer, 2. Larvenstadium

von Hopkins (l. c.) beschriebenen drei Larvenstadien entsprechen wahrscheinlich wirklich den drei Stadien L 1 bis L 3, obwohl er keinen Beweis dafür erbrachte.

Abb. 5. Oberkiefer, 3. Larvenstadium

b) Der Darmkanal

Der Darmkanal gliedert sich folgendermaßen: Der Vorderdarm besteht aus Pharynx, Ösophagus I (schmälerer vorderer Teil), Ösophagus II (breiterer hinterer Teil), Kaumagen (Proventrikel) mit den

Kauapparaten und der Proventrikularvalve (Rüssel), die eine kleine, in den Mitteldarm hineinragende Ausstülpung darstellt. Der erste Abschnitt des Mitteldarmes ist der im Meso- und Metathorax liegende, mit Inhaltsstoffen (Ambrosiapilzen) oft prall gefüllte Muskelmagen, der manchmal mittels eines ganz schmalen Übergangsstückes in den zweiten Mitteldarmabschnitt übergeht. Letzterer hat ein Paar Blindsäcke und ein weiteres Paar kleiner Ausstülpungen. Die Blindsäcke

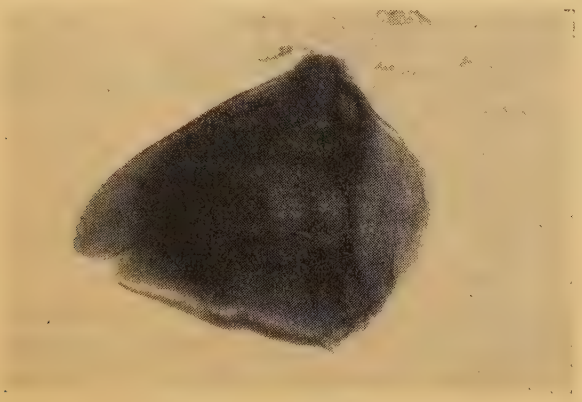


Abb. 6. Oberkiefer, Weibchen

können als Rest der bei anderen Borkenkäfern reich entwickelten Blindsackzone und die Ausstülpungen als Rudiment der bei Tomiciden ebenfalls reich entwickelten Divertikelzone aufgefaßt werden. Der Enddarm verjüngt sich zunächst, wird dann zum „Dünndarm" und geht endlich in den „Dickdarm" über. Mittel- und Enddarm bilden je eine charakteristische Schleife. Beide sind außerdem noch vielfach gewunden und teilweise rückläufig. Dem Darmkanal der Ipidenlarven fehlt der Proventrikel. Er erscheint einheitlicher als der des Imagos, da er mit Nahrungsstoffen vollgestopft zu sein pflegt.

Tabelle 2

Abmessungen einzelner Teile des Darmkanales (Angaben in μ)

	Länge	Breite
Pharynx	300	50
Ösophagus I	350 — 375	45 am Beginn
Ösophagus II	180	120 an der Basis
Kaumagen	165 — 180	165 — 180
Chitingerüst	135	60 — 105
Proventrikularvalve .	45	100
Darmlumen in der Proventrikularvalve		15

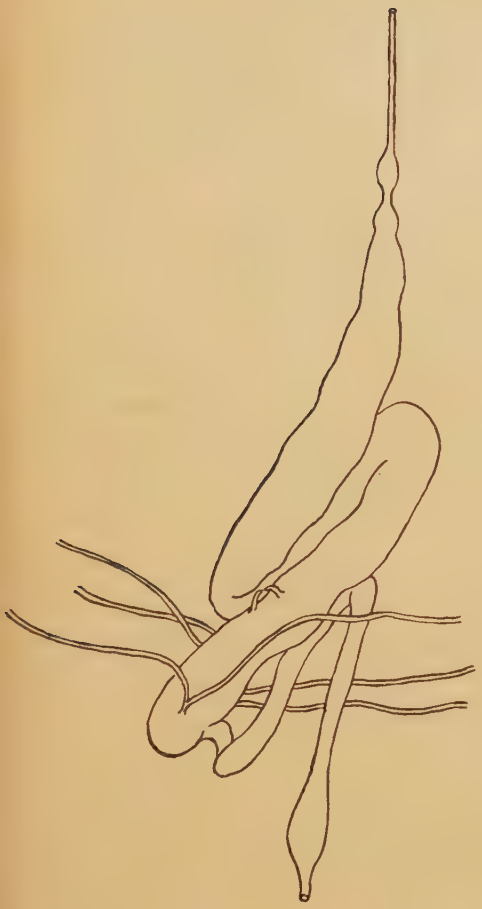
	Länge	Breite
Muskelmagen	1200	200
Mitteldarm II	850	60 — 90
Blindsäcke	150	15 — 20
Ausstülpungen	60	55
Malpighische Gefäße bis	1000	20 — 30
Enddarm	—	180 am Beginn
„Dünndarm“	1000 — 1100	80 — 90
„Dickdarm“	800 — 850	100

Erwachsene Larve

Länge: Vorderdarm 450—525, Mitteldarm 2250, Enddarm 2000.

Breite des Darmkanals: wechselnd von 75—300.

Der Darmkanal von X. Saxeseni ist viel länger als das ganze Tier, was jedenfalls mit der phytophagen Lebensweise zusammenhängt.



Darmkanal einer Larve in natürlicher Lage

c) Der weibliche Geschlechtsapparat

Das Weibchen besitzt einen Eierstock, der wie bei allen Rhynchophoren aus vier Eiröhren (auf jeder Seite ein Paar) besteht. Die zu einem Paar gehörigen Eiröhren liegen übereinander und ragen zwischen einzelne Teile des in mehreren Windungen liegenden Darmes hinein. Die Ausführungsgänge von je zwei Eiröhren vereinigen sich zu den Eileitern, diese endlich wieder zum Uterus. Ein Samenkanal verbindet den Uterus mit dem Receptaculum seminis. An letzteres schließt sich die Anhangsdrüse an.

Weiblicher Geschlechtsapparat.

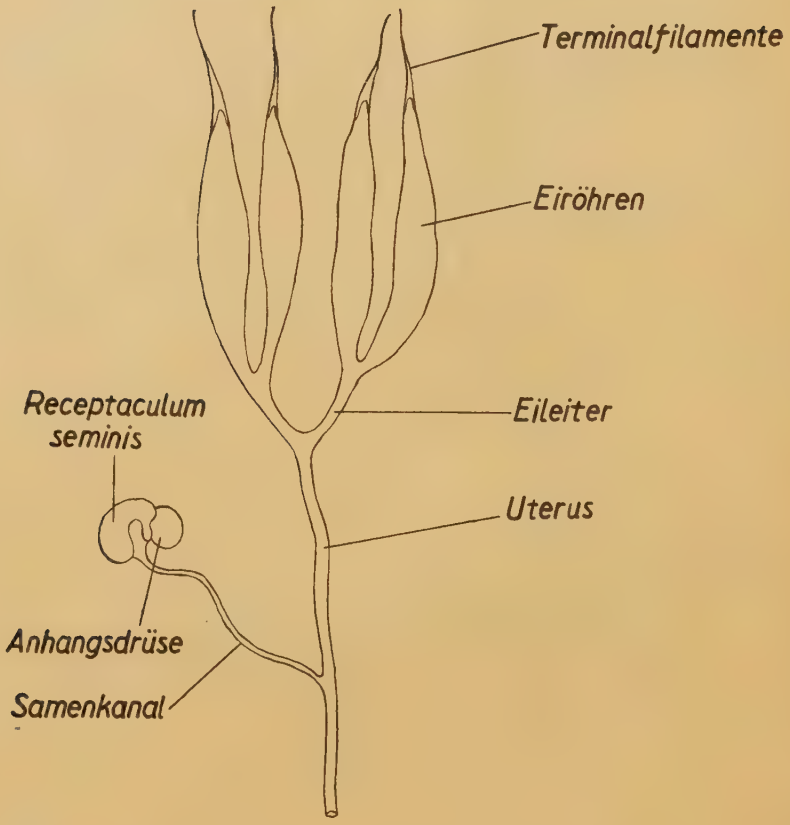


Tabelle 3

Abmessungen der Teile des weiblichen Geschlechtsapparates

Maße in μ

	Länge	Breite
Eiröhren	500	75—85
Eileiter	75	25
Uterus	700	50
Samenkanal	450	25
Receptaculum . . .	100	50

Anhangsdrüse Durchmesser : 75

d) Der männliche Geschlechtsapparat

Die männlichen Keimdrüsen sind eiförmig und liegen dorsal im Abdomen. Die von ihnen abgehenden Samenleiter vereinigen sich zum ductus ejaculatorius. Anhangsorgane der Samenleiter sind die Samentuben, die meist mit Spermien vollgestopft sind und die Samenblasen, welch letztere Organe aus mehreren Ausbuchtungen bestehen.

Männlicher Geschlechtsapparat.

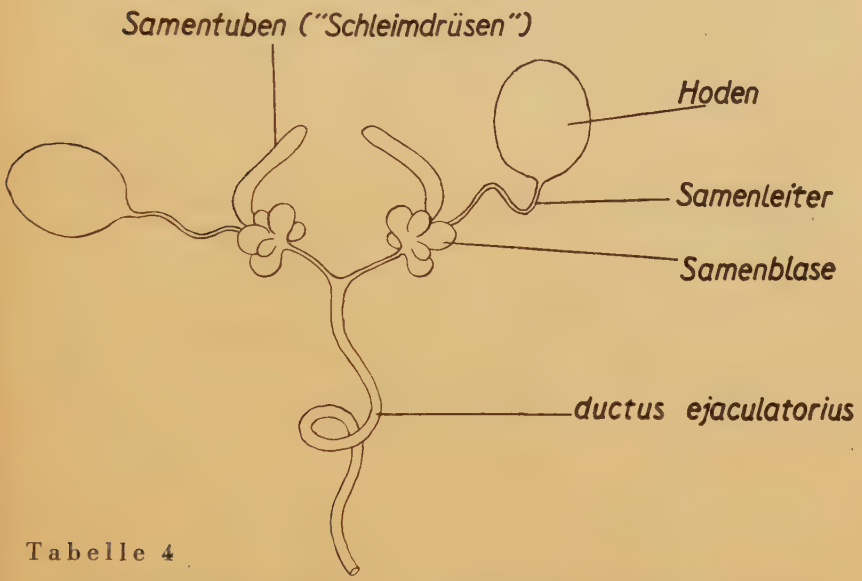


Tabelle 4

Abmessungen der Teile des männlichen Geschlechtsapparates

Maße in μ

	Länge	Breite
Testis	240	215
Samenleiter	600	20
Ductus ejacul. . . .	1200	30
Samentube	180	40—50

Samenblase Durchmesser 150

Die Gesamtheit der Chitinteile des männlichen Geschlechtsapparates in seinem Endabschnitt bildet den Penis. Seine Einzelteile wurden von Hopkins (1915) gezeichnet. Er besteht aus vier Stücken.

1. Der Forceps ist der eigentliche Haftapparat. In der Mitte hat er zwei Anhänge, die Endplatten, gegen den distalen Teil zu geht er in den Apikallobus über, dessen linke Außenseite sich in das Flagellum fortsetzt.

2. Der Körper ist eine Art von Futteral, in dem der Forceps steckt. In zwei Längsfalten liegen die Endplatten. Der proximale Teil geht in zwei Fortsätze über, die gewöhnlich „Füßchen" genannt werden.

3. Das Tegmen ist ein Ring, der die beiden vorigen Teile zusammenhält.

4. Das Spiculum ist ein gebogener Chitinstab, der immer rechts von den übrigen Penisteilen liegt.

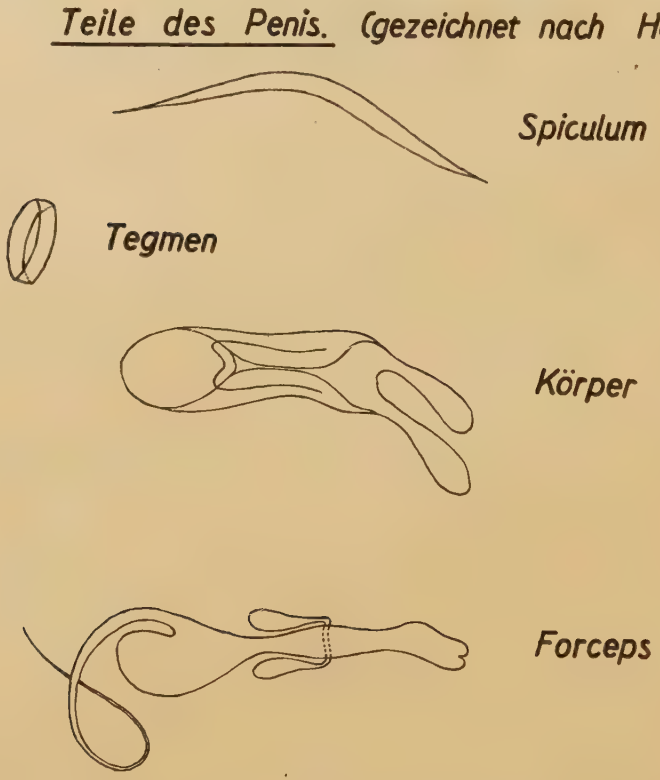


Tabelle 5

Abmessungen der Teile des Penis (Maße in μ)

	Länge	Breite
Forceps	550	30 (in Seitenansicht)
Apikallobus	—	80—100
Flagellum	500 — 600	—
Endplatten	120	20
Körper	345	75 (in Seitenansicht)
Füßchen	175	50 (am Ende)
Tegmen	—	30—40
Spiculum	650	15

V. Biologische Beobachtungen

a) Das Gangsystem

Nach dem äußeren Habitus teilt man die Gänge der holzbohrenden Borkenkäfer in drei Gruppen ein:

1. Leitergänge. Der Mutterkäfer bohrt drehrunde Gänge, denen entlang er die Eier ablegt. Die ausschlüpfenden Larven nagen kurze, blinde Seitengänge, in denen sie sich entwickeln (Xyloterus lineatus, domesticus, signatus).

2. Familienholzgänge oder Platzgänge. Die Larven nagen platzförmige Fraßräume (X. Saxeseni, xylographus, Xylosandrus germanus).

3. Gabelgänge. Drehrunde, mehr oder weniger verzweigte Gänge. Entweder liegen alle Teile des Gangsystemes in einer Ebene (Xyleborus monographus, dryographus) oder es ist auf mehrere Ebenen verteilt (Anisandrus dispar).

Diese Einteilung berücksichtigt nur den Endzustand des Gangsystemes. Bei X. Saxeseni aber werden die Gänge einerseits vom Muttertier, andererseits von den Larven und Jungkäfern gebohrt. Die Bohrtätigkeit des Mutterkäfers ist längst verüber, wenn die Larven zu nagen beginnen. Daher läßt sich genau unterscheiden, was der Mutterkäfer und was die junge Brut gebohrt hat. Man kann also beim X. Saxeseni-Gangsystem zwei Abschnitte unterscheiden, nämlich a) das primäre Gangsystem, das der Mutterkäfer anlegt, und b) das endgültige, definitive Gangsystem, das durch die Tätigkeit der heranwachsenden Brut aus dem primären hervorgeht.

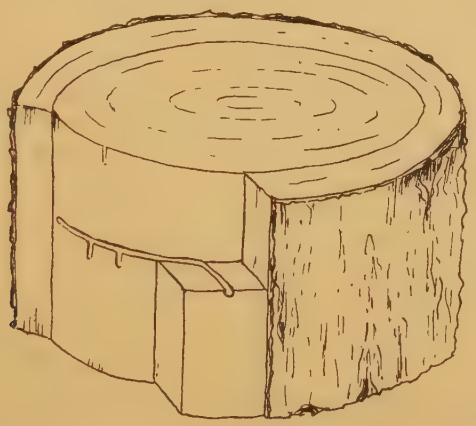


Abb. 12. Einarmiger, einseitiger Quergang mit Einischen

a1) Das primäre Gangsystem

Dieses wird immer nur von einem einzigen Weibchen angelegt. Ich habe über 500 Gangsysteme diesbezüglich untersucht. Es besteht fast

nur aus im Querschnitt kreisrunden Gängen mit einem Durchmesser von 0·7 bis 0·9 mm. Man kann mehrere Typen solcher primärer Gangsysteme unterscheiden.

1. Einarmiger, einseitiger Quergang. Die Eingangsröhre führt senkrecht durch die Rinde und nachher zirka 2 bis 4 cm tief etwa bis in den dritten oder vierten Jahresring ins Holz hinein, dann biegt ein 5 bis 10 cm langer Gang mehr oder weniger schnell in die Ebene eines Jahresringes um.

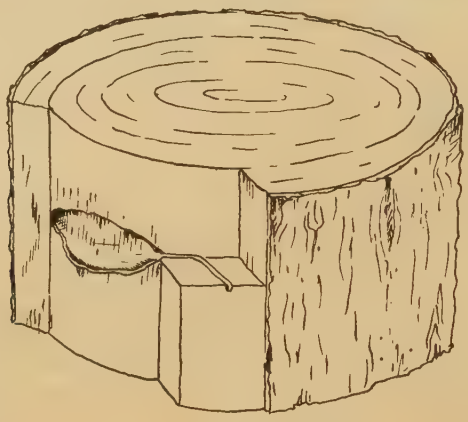


Abb. 13. Platzgang

2. Einarmiger, einseitiger Quergang mit Einischen. Der Quergang hat in Abständen von gewöhnlich 2 bis 3 cm an der Ober- oder Unterseite kleine Kerben, die zur Eiablage dienen. Diese Ausbildungsform ist die weitaus häufigste und scheint unter günstigen Bedingungen die normale zu sein.

3. Quergang mit kurzen Längsgängen. An Stelle der Einischen sind kurze Längsgänge von 2 bis 3 cm Länge ausgebildet, welche in der Richtung der Längsachse des Stammes oder Astes verlaufen. Diese Ausbildungsform scheint ebenfalls unter günstigen Bedingungen zu entstehen.

4. Zweiarmiger, einseitiger Quergang. Ein einseitiger Gang verzweigt sich so, daß zwei parallel verlaufende, 1 bis 2 cm voneinander entfernte Gänge entstehen. Hierbei stellt der eine Gang eine Abzweigung des anderen dar, der seine Richtung bald so ändert, daß Hauptarm und Abzweigung parallel laufen und gleichwertig erscheinen.

5. Zweiarmiger, doppelseitiger Quergang. Hinter der Eingangsröhre zweigt ein Quergang sowohl nach rechts, als auch nach links ab. In diesem Fall ist zumeist deutlich erkennbar, welcher der beiden Gänge

zuerst angelegt wurde. Durch langsames Umbiegen der Eingangsröhre in die Richtung des einen Querganges geht diese allmählich in den zuerst angelegten Teil des Gangsystems über. Zu solchen Gängen können noch Einischen oder Seitengänge hinzukommen. Manchmal konnte ich sogar Gänge beobachten, die eine Kombination von Typus Nr. 4 und 5 darstellten.

a 2) Das definitive Gangsystem

Das endgültige Gangsystem geht aus dem primären durch die Bohrtätigkeit der Larven und Jungkäfer hervor. Bald hinter der Eingangsröhre erweitert sich der Muttergang zu einem Hohlraum, dem „Platzgang", dessen Dicke gegenüber der Eingangsröhre unverändert bleibt, der dafür aber 2 cm und mehr hoch wird. Gegen das innere Ende zu verjüngt sich der Platzgang wieder, bis er den Durchmesser der Eingangsröhre erreicht. Vom oberen und unteren Rand ausgehend kann man oft kurze Gangstücke finden, die wieder drehrund sind und der Eingangsröhre gleichen, im Gegensatz zu dieser aber nicht vom Muttertier, sondern von den Larven und Jungkäfern gebohrt sind. Ebensolche Gangstücke, die gegen das Innere des Holzkörpers vordringen, sind sehr selten.

Die Platzgänge liegen nicht immer genau in der Ebene eines Jahresringes. Es kann vorkommen, daß sie in radialer Richtung entstehen oder seltener in der Richtung eines Stammquerschnittes. Gelegentlich nehmen sie auch eine beliebige andere Richtung ein, jedoch meist nur bei sehr schwach entwickelten Kolonien. Platzgänge können 15 bis 20 cm^2 groß werden.

Bei stark befallenen Bäumen kommt es vielfach vor, daß sich die Platzgänge verschiedener Kolonien kreuzen, so daß der Eindruck entsteht, als ob das Gangsystem einer Kolonie plötzlich umbiegen würde oder sich auf mehrere Jahresringe erstrecken würde. Häufig kommt es auch vor, daß die Eingangsröhre einer Kolonie den Platzgang einer anderen durchbricht. Solche Systeme sich überkreuzender Gangsysteme haben natürlich mehrere Zugänge. Ein besonderer Fall liegt dann vor, wenn zwei oder mehrere primäre Gangsysteme genau übereinander angelegt werden, so daß sich deren Platzgänge vollkommen vereinigen können. Es liegt dann ein einheitlicher Platzgang vor, in dem sich die Bruten mehrerer Kolonien aufhalten.

a 3) Phylogenie des Gangsystemes

Die ursprünglichsten Gangsysteme der holzbohrenden Borkenkäfer sind wahrscheinlich die Gabelgänge des A. dispar, die sich hinter der Eingangsröhre nach rechts und links (Gänge I. Ordnung), dann nach oben und unten (Gänge II. Ordnung) verzweigen, von hier aus wieder Quergänge entwickeln (Gänge III. Ordnung) und endlich den gleichen Aufbau oft noch in weiter innen gelegenen Jahresringen wiederholen.

Die erste Reduktion der Gänge tritt bei Xyleborus monographus und dryographus ein, bei denen sie sich auf jeweils einen einzigen Jahresring erstrecken, jedoch sind die Gänge I. und II. Ordnung vorhanden. Bei X. Saxeseni fällt alles bis auf einen einzigen Quergang weg.

Das definitive Gangsystem von A. dispar ist mit dem primären des X. Saxeseni homolog, da beide vom Mutterkäfer gebohrt werden. Letzteres läßt sich ohne weiteres von einem Gabelgang ableiten. Man geht am besten von einer Kombination von Typus Nr. 4 und 5 aus. Die rechts und links vom Einbohrloch liegenden Gänge entsprechen den Gängen I. Ordnung, der dritte Quergang der einen Seite entspricht einem Gang III. Ordnung, das Verbindungsstück einem Gang II. Ordnung. Durch Fortfall des Ganges III. Ordnung entsteht ein doppelseitiges Gangsystem mit kurzen Längsgängen, durch Verkürzung der letzteren entstehen die Einischen. Endlich kann noch die Hälfte des Ganges I. Ordnung wegfallen und die häufigste Ausbildungsform des primären Gangsystemes ist erreicht.

Mit der Tendenz zur Reduktion der Muttergänge geht die Neigung zur Ausbildung sekundärer Bruträume Hand in Hand. Je kleiner die Muttergänge werden, desto größer wird der Raummangel. Geht doch schon bei A. dispar ein Drittel der Brut wegen Raummangel zugrunde! Eine solche Verminderung des Brutraumes macht sich bereits bei Xyloterus bemerkbar. Die Gänge dieses Borkenkäfers erstrecken sich ähnlich wie die des A. dispar auf mehrere Jahresringe, sind aber viel weniger verzweigt. Offenbar um diesen dadurch entstandenen Raummangel zu beheben, bohrt jede Larve selbst eine eigene Larvenwiege an der oberen oder unteren Wand des Mutterganges, in der sie die Entwicklung durchmacht. So entsteht der Leitergang: an der Ober- und Unterseite sind dicht gedrängt die kurzen Larvengänge ausgebildet. Auf diese Weise können etwa doppelt so viele Larven untergebracht werden wie es ohne diese Einrichtung möglich wäre.

In Zusammenhang mit einer hochgradig parasitischen Lebensweise hat sich die Zahl der Nachkommen bei X. Saxeseni stark erhöht. Das Weibchen ist natürlich noch viel weniger imstande, den erforderlichen Brutraum für 150 und mehr Nachkommen auszubauen. Nun fällt den Larven die Aufgabe zu, für die Beschaffung eines genügend großen Brutraumes zu sorgen. So entsteht der von der jungen Brut ausgenagte Platzgang bei gleichzeitiger Reduktion des Mutterganges als sekundäre Erscheinung.

b) Die Flugzeit

X. Saxeseni schwärmt an warmen Frühlingstagen Ende April und Anfang Mai, gleichzeitig mit A. dispar. Befälle wurden in der Umgebung von Wien im Jahre 1952 zum erstenmal am 28. April beobachtet. Der Flug hat also unmittelbar vor dem 28. April, am 27., frühestens aber am 26. April stattgefunden. Von da an wurden bis 12. Mai neue Befälle im Wiener Kleingartengebiet bekannt.

c) Wahl der Wirtspflanze und das Prädispositionsproblem

Meine Beobachtungen erstreckten sich nur auf Obstbäume. Die überwiegende Mehrzahl aller Befälle betrifft die Marille. Sie scheint die primäre, bevorzugte Wirtspflanze zu sein. In Obstgärten, wo es neben anderen Obstarten auch Marillen gab, wurden nur diese allein befallen. In Schwechat und Rauchenwarth bestanden die untersuchten Anlagen wenigstens zu drei Vierteln aus Marillenbäumen, ungefähr ein Viertel waren Pfirsich, Kirsche und Pflaume. Die drei letzteren Obstsorten waren niemals befallen. Fehlt in einem Obstgebiet die Marille, so tritt der Apfel an ihre Stelle. Das war der Fall in Pottendorf, Siegersdorf und in St. Pölten. Aus der Steiermark wurden mir nur Befallsstücke von Apfelbäumen geschickt. Die Marille kommt in diesen Gebieten nicht vor. Endlich konnte ich noch Befälle an Kirsche und Pflaume in der Lobau beobachten. Es befanden sich wohl einige befallene junge Apfelbäumchen in der Nähe, aber keine Marillen.

Die Annahme, daß die primäre Wirtspflanze die Marille sei und an zweiter Stelle der Apfel stehe, scheint durch die Angaben der Literatur bestätigt zu sein. Die Marille stammt aus südlichen Gebieten und nimmt nach Norden zu im Obstbau an Bedeutung immer mehr ab. Eine besonders große Rolle spielt sie in Californien, Italien und im Rhône-Tal. In Berichten aus diesen Ländern steht die Marille gewöhnlich an erster Stelle unter den X. Saxeseni-befallenen Obstbäumen. Besonders Paillot (l. c.) hat beschrieben, wie X. Saxeseni allen anderen Obstsorten geradezu ausweicht. In Norddeutschland, wo die Marille nur mehr eine untergeordnete Rolle spielt, betreffen die Schäden hauptsächlich andere Obstarten und in England scheint in vielen Obstgebieten der Apfelbaum gleichsam wie ein Blitzableiter zu wirken.

Die Borkenkäfer haben ein in außerordentlich hohem Grad entwickeltes Vermögen, geeignete Wirtspflanzen ausfindig zu machen. Dies gilt nicht nur hinsichtlich der Auswahl der Obstsorte, sondern auch in bezug auf die Beurteilung der Prädisposition eines Baumes, geeignete Brutplätze abgeben zu können. Die Notwendigkeit einer geeigneten Prädisposition für den Borkenkäferbefall wurde in der Literatur immer wieder hervorgehoben und ebensooft in Zweifel gezogen. Den Forstleuten war es schon zu Beginn des vorigen Jahrhunderts bekannt, daß Borkenkäfer nur kranke, schwache Bäume anfliegen. Für die Obstbäume haben diesen Tatbestand Judeich u. Nitsche (1895), Eichhoff (l. c.), Schneider-Orelli (l. c.) u. a. sichergestellt. Dennoch ist heute vielfach die Meinung stärker denn je vertreten, daß auch vollkommen gesunde Bäume angegriffen werden könnten. Vor allem aber hat Massee (l. c.) in jüngster Zeit energisch den Standpunkt vertreten, es habe sich nun endgültig als Irrtum erwiesen, daß Borkenkäfer nur kranke Bäume angreifen. Diese Situation machte eine erneute Stellungnahme zur Prädispositionsfrage notwendig.

An den von mir untersuchten Befallsstellen wurden sicher gesunde Bäume nur in zwei Apfelanlagen in Pottendorf und Siegersdorf befallen. Hier handelte es sich allerdings um Spindeln, also um kleine, verhältnismäßig schwache Bäumchen, welche aber selbst bis 4. Juni keinen feststellbaren Schaden nahmen. In den meisten anderen Fällen waren noch andere Schäden festzustellen, so Wühlmausfraß, Engerlingsfraß, Pilzkrankheiten, Frostschäden, Baumverletzungen, Splintkäfer- oder Schildlausbefall. Viele Bäume hatten ungünstige Standorte und dürften solcherart infolge Wassermangel u. ä. zu Schaden gekommen sein. In anderen Fällen wieder, wo kein ersichtlicher Grund für die Schwächung eines Baumes vorhanden war, mußte ich feststellen, daß es in unmittelbarer Nähe der befallenen Bäume andere gab, die von Holzbohrern nicht befallen waren und dennoch in gleicher Weise absterben, wie die befallenen. Außerdem wurden diese Beobachtungen noch zu Beginn der Flugzeit gemacht, wo an ein Absterben der Bäume als Folge des Borkenkäferbefalles noch nicht zu denken war. Das Absterben mußte also noch andere zusätzliche Ursachen haben.

d) Die Tätigkeit des Weibchens

Nach dem Flug bohrt sich das Weibchen ein und fördert weißes, feines Bohrmehl. Die Einbohrlöcher liegen meist an versteckten Stellen, unter Schuppen der Rinde, an Rißwunden u. dgl., gewöhnlich an der

Abb. 14. Frühstadium der Larven

Unterseite der Äste und am Stamm. Die Unterseite der Äste bietet anscheinend mehr Schutz vor Regenfällen und anderen schädlichen Einflüssen. Man findet die Bohrlöcher aber leicht, wenn man die braun gefärbte absterbende Rinde abhebt. Die Weibchen bohren sich fast ausschließlich in sehr dicken Stämmen und Ästen ein, dünne Äste dienen nur ausnahmsweise als Brutplätze. In Zweigen unter 5 cm Durchmesser

kommen überhaupt nur mehr Kümmerformen von Gangsystemen zur Ausbildung.

Abb. 15. Platzgang mit Larven, Puppen und Käfern

Tabelle 6

Klima von Wien—Hohe Warte

	Temperatur*) in Grad Celsius		Niederschläge**) in Millimeter	
	1951	1952	1951	1952
Jänner . . .	1·5 (2·6)	1·0 (2·1)	24 (57)	34 (81)
Februar . . .	3·5 (3·2)	1·2 (0·9)	20 (59)	80 (235)
März	4·2 (—0·4)	2·0 (—2·6)	67 (152)	59 (134)
April	10·4 (1·3)	12·9 (3·8)	28 (47)	11 (19)
Mai	14·0 (—0·2)	13·9 (—0·3)	160 (223)	85 (120)
Juni	18·1 (1·0)	18·0 (0·9)	86 (116)	75 (101)
Juli	20·0 (0·8)	21·2 (2·0)	116 (133)	19 (22)
August . . .	20·3 (1·4)	21·3 (3·0)	60 (91)	36 (55)
September . .	16·8 (2·1)	12·9 (—1·8)	24 (42)	50 (86)
Oktober . . .	8·7 (—0·8)	9·0 (—0·5)	0·7 (1)	30 (57)
November . .	7·5 (3·5)	3·6 (—0·4)	89 (212)	42 (100)
Dezember . .	2·1 (1·7)	—0·7 (—1·2)	35 (69)	19 (37)
Jahr	10·6 (1·4)	9·8 (0·6)	709 (104)	538 (79)

Das Bohren dauert ungefähr zwei Wochen, z. B. von Ende April bis 12. Mai oder von Anfang Mai bis 18. Mai. Die individuellen Unterschiede können groß sein und etwa zwischen 6 und 22 Tagen variieren. Im allgemeinen läßt die Intensität des Bohrens nach einer Woche stark nach. Wenn das Bohren wesentlich länger dauert, entwickeln sich keine nor-

*) eingeklammert Abweichung vom Durchschnitt aus 1881—1930
**) eingeklammert Prozent des Durchschnittes aus 1881—1930

monalen Bruten, sondern ungünstige Lebensbedingungen zwingen das Weibchen zum Weiternagen, bis es im Saftstrom des Baumes erstickt oder im Herbst abstirbt. Die Eiablage erfolgt während oder kurz nach dem Bohren. Von 38 untersuchten Weibchen hatten nach einer Woche bereits 35 zwischen 21 und 110 Eier abgelegt. Das Bohren war teilweise schon beendet. Nach der Eiablage liegen die Weibchen am Einbohrloch, schaffen während des Sommers Larvenbohrmehl nach außen und sterben im Sommer oder Herbst ab.

Die Eiablage erfolgt, wenn ein Seitengang oder eine Einische angelegt ist. Bei doppelseitigen Gangsystemen wird die zweite Hälfte des Ganges I. Ordnung erst nach der Eiablage, das heißt, nach Fertigstellung der ersten Hälfte des Ganges I. Ordnung und mindestens einer Einische gebohrt, außer, wenn letztere überhaupt fehlen. Man kann vier Formen der Eiablage unterscheiden.

1. Die Eier werden in 2 bis 3 mm langen Einischen in Häufchen zu etwa je 8 bis 12 Stück abgelegt. Die milchweißen Eier werden durch eine gelbliche, leicht wasserlösliche Bindemasse miteinander verkittet und zu einem kugelförmigen Gebilde vereinigt. Nach erfolgter Eiablage werden die Nischen mit einem Bohrmehlpfropfen verschlossen. Dies ist der häufigste Fall. Meist werden 3 bis 4 solche Nischen mit Eiern von dem Weibchen angelegt.
2. Wenn das primäre Gangsystem verzweigt ist, werden die Eier immer an der Verzweigungsstelle der Gänge abgelegt. An der Gabelungsstelle der Gänge wird ein kleiner Raum für die Häufchen ausgenagt.
3. In einfachen, unverzweigten Gängen werden die Eier in Klümpchen wie bei Nr. 1 abgelegt.
4. Bei besonders günstigen Bedingungen findet eine massenhafte Eiablage statt. Das Muttertier bohrt einen größeren, dreieckigen Hohlraum, der mehrere, z. B. 3 cm^2, groß werden kann. Nach und nach wird dieser mit Eiern vollgestopft.

Die Larven der holzbohrenden Borkenkäfer nähren sich von Pilzen, welche im Innern ihrer Gänge wachsen. Das Weibchen führt im Muskelmagen fortpflanzungsfähige Zellen des Pilzes mit sich und baut diese zur Zeit der Eiablage in den Gängen an.

e) Die Entwicklung der Brut

Kurz nach der Eiablage schlüpfen die jungen Larven. Diese entwickeln sich nach drei Häutungen zu Puppen, aus denen sich nach einer Woche die Jungkäfer entwickeln. Die Larven sind apod und eucephal. Sie können sich nur durch Drehen und Wenden, Verlängern und Verkürzen des Körpers, wobei das Festhalten mit den Mundwerkzeugen eine große Rolle spielt, bewegen. Aus den Muttergängen entfernt, suchen sie sich nach Möglichkeit an dunklen Stellen aufzuhalten. Die Puppe ist eine pupa libera, an der man Flügel, Fühler, Mundwerk-

zeuge, Kopfkapsel usw. sehen kann. Die Flügel sind nach unten gebogen, ihre Spitzen berühren sich an der Ventralseite und verdecken teilweise die Beine. Die Puppe ist von einer zarten, durchsichtigen Haut umgeben, welche zuletzt von vorne nach hinten abgestreift wird. Eine Beschreibung der drei Larvenstadien erübrigt sich, da eine solche bereits von Hopkins gegeben wurde.

Wenn die Larven eine gewisse Größe erreicht haben, wird der Raum für sie zu klein. Zunächst wachsen einige Larven, die den anderen in ihrer Entwicklung voraus sind, zur vollen Größe heran, die übrigen bleiben im Wachstum zurück. Die größeren Larven nagen von den Seiten der Gänge Holzstücke ab und vergrößern den Brutraum. Während sie sich dann verpuppen, erreichen andere Larven das dritte Stadium und fressen an den ersten vorbei. Das Nagsel wird von Tier zu Tier geschoben, bis es der Mutterkäfer endgültig aus dem Ganginneren entfernt. Diese Bohrperiode der Larven beginnt Mitte Mai (z. B. am 15. Mai) und dauert bis Mitte August (z. B. bis 12. August). Innerhalb dieses Zeitraumes ist sie bei den verschiedenen Bruten ganz verschieden lang. Die Zeit des stärksten Larvenbohrens ist im Juni und Juli. Das Ergebnis der Larvenbohrarbeit ist immer dasselbe, nämlich ein Platzgang, gleichgültig wie das primäre Gangsystem ausgesehen hat. Daß sich in einem Gangsystem zwei Platzgänge entwickelt hätten, habe ich niemals beobachtet.

Der beschriebene Verlauf der Entwicklung macht es erklärlich, daß 1. die Entwicklung der Einzelindividuen derselben Brut sehr verschieden lange dauert, 2. alle möglichen Stadien auf einmal in einem Gang anzutreffen sind. Als Folge davon liegen dann oft noch zahlreiche Eier in der Mitte eines Platzganges, während andere Individuen sich schon zu Puppen und Imagines entwickelt haben, ja die Männchen sogar schon geschlechtsreif geworden sind. Die Ambrosiapilze bedecken die Wände eines Platzganges recht ungleichmäßig. An den Seiten, wo alle Larven gerade nagen, ist überhaupt noch kein Pilzrasen vorhanden. An einzelnen Stellen in der Mitte weiden ihn die Larven gerade ab, an anderen Stellen wieder ist er in üppiger Entwicklung begriffen. Es resultiert das ungleichmäßige Wachstum also nicht nur aus den Raumverhältnissen, sondern auch aus den ständig variierenden Ernährungsverhältnissen.

Die Dauer des Larvenstadiums ist sehr verschieden. Puppen habe ich zum ersten Male am 17. Juni gefunden, und zwar in einem Gang, wo neben 6 Puppen noch 74 Larven und Eier vorhanden waren. Die Larvenentwicklung dauert also wenigstens 6 Wochen. Von da an traten Puppen immer zahlreicher auf.

Da die ausgewachsenen Larven und die Puppen keine Nahrung mehr aufnehmen, gelingt es, aus isolierten, erwachsenen Larven Puppen und Jungkäfer zu ziehen und damit die minimale Dauer des Puppenstadiums festzustellen. Man bringt Larven in Petrischalen, die mit feuchtem

Filterpapier ausgelegt sind und beobachtet den Eintritt des Puppen- und später des Imaginalstadiums. Ein Teil der Versuchstiere geht dabei regelmäßig zugrunde. Bei den übrigen dauert das Puppenstadium etwa eine Woche.

Die ersten Imagines fand ich am 27. Juni in einem Gang mit 66 Larven, 11 Puppen und 4 Jungkäfern. Später wurde auch dieser Prozentsatz immer größer. Man kann also eine minimale Entwicklungszeit mit 7 bis 8 Wochen festlegen. Die durchschnittliche Entwicklungszeit ist natürlich wesentlich länger. Im Ganzen dauert die Entwicklung etwa bis Mitte August. Sie wird aber nicht bis zu einem Stadium fortgesetzt, wo es nur mehr Jungkäfer und keine Larven mehr gibt, sondern sie kommt schon früher zum Stillstand. In der zweiten Augusthälfte etwa haben die Gänge den Winteraspekt angenommen, das heißt, von da an ändert sich nichts mehr an ihrer Bewohnerschaft. Der größte Teil der Tiere überwintert als Käfer, ein kleinerer als Larven verschiedener Größe, auch Puppen kommen vor. Darüber hinaus gibt es auch Gänge, in denen nur Larven überwintern. Diese stellen aber sicher keine normal entwickelten Bruten dar. Deshalb wurden sie in der folgenden Tabelle, die den Übergang von der Sommergesellschaft in den Winteraspekt zeigen soll, nicht berücksichtigt.

Tabelle 7

Datum 1952	Larven		Puppen		Imagines	
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
30. VII.	145	50·0	20	6·9	125	43·1
4. VIII.	83	45·6	14	7·7	85	46·7
8. VIII.	40	16·4	10	4·1	194	79·5
14. VIII.	41	11·5	3	0·8	311	87·7
30. VIII.	18	12·5	1	0·7	125	86·8
15. IX.	10	5·5	—	—	173	94·5
23. IX.	25	9·4	8	3·0	232	87·6
X.—XI.	61	10·0	11	1·8	535	88·2
1.—16. III. . . .	14	9·3	—	—	136	90·7

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor:

1. Die Einwohnerschaft der Gänge ändert sich nach Mitte August nicht mehr.
2. Ungefähr 10% aller überwinternden Individuen sind Larven oder Puppen.
3. Die längste Entwicklungsdauer jener Tiere, die als Imagines überwintern, beträgt zirka 15 Wochen.

Wenn die Temperatur im Herbst zum ersten Mal recht niedrig wird, fallen die Tiere in Kältestarre, in der sie den Winter über verharren. Mitte September des Jahres 1952 gab es nach einem recht heißen Sommer eine Anzahl kalter Tage, an denen die Temperatur längere Zeit unter

5 Grad herabsank. Am 15. September waren die Tiere deshalb schon in Winterstarre, welche bis in die erste Aprilhälfte dauerte. Am 4. April bewegten sich Käfer erst nach 5 Minuten Aufenthalt im warmen Zimmer, am 15. April begannen sie sofort herumzukriechen. Am 18. April fand ich das erste vorzeitig aufgeschreckte Weibchen von selbst aus einem Bohrloch kriechend.

Die im Sommer geschlüpften Jungkäfer setzen oft die Bohrtätigkeit der Larven eine Zeit lang fort. Sie erweitern vielleicht den Brutraum an den Seiten noch etwas. Vor allem aber bohren sie häufig kurze, höchstens 2 cm lange Gangstücke in verschiedenen Richtungen. Da man in einem Gang, der nur Larven enthält, derartige Gangstücke nie findet, und der Mutterkäfer zu dieser Zeit am Einbohrloch liegt oder gar nicht mehr lebt, können diese zuletzt genannten Gangstücke nur von den ersten Jungkäfern gebohrt werden.

In einem Gang, der ganz oder zum größten Teil mit Käfern ausgefüllt ist, liegen diese nicht regellos durcheinander, sondern in einer bestimmten Ordnung, die ihnen gestattet, den Raum möglichst gut auszunützen und ihnen ein schnelles Verlassen des Ganges durch Rückwärtskriechen ermöglicht. Käfer, die sich in der Nähe des oberen Randes eines Platzganges befinden, haben den Kopf dem oberen Rand und das Pygidium dem Lumen des Platzganges zugewandt. Bei denen, die in der Nähe des unteren Randes liegen, ist es genau umgekehrt. Käfer, die in runden Röhren liegen, haben ihren Kopf dem blinden Ende zugekehrt. Ferner liegen sie so, daß alle Tiere die Rückenseite der äußeren Wand anliegen haben, während sie mit ihren Füßen auf der inneren stehen.

f) Die Befruchtung

Ob ein Weibchen befruchtet ist, habe ich durch Färbung mit Orcein nachgewiesen. Man präpariert den weiblichen Geschlechtsapparat heraus und legt ihn einige Stunden in 2%ige Orceinlösung, wobei das Orcein in 60%iger Essigsäure gelöst ist. Auf dem Objektträger differenziert man in 60%iger Essigsäure und untersucht das Receptaculum seminis und die anschließenden Kanäle unter dem Mikroskop. Bei befruchteten Weibchen werden die rot gefärbten Samenfäden bald sichtbar.

Die Weibchen, die ich während des Winters untersucht habe, waren alle befruchtet, 8 am 4. Jänner 1952, 13 am 3. Februar, 10 am 16. Februar und 4 am 16. März.

Die Männchen werden kurze Zeit nach dem Schlüpfen schon geschlechtsreif und beginnen mit der Kopulation. Am 1. Juli fand ich bereits die ersten befruchteten Weibchen. Die Annahme mancher Forscher, die Befruchtung könne auch außerhalb der Gänge in deren Nähe stattfinden, scheint also widerlegt zu sein, denn in diesem Stadium kann davon überhaupt nicht die Rede sein, daß die Käfer die Gänge bereits verlassen haben könnten. Daran, daß die Männchen allein die

Gänge verlassen und in andere eindringen, um dort die Weibchen zu befruchten, ist ebenfalls nicht zu denken, da ich diesbezügliche Beobachtungen auch an weitgehend isolierten Gängen gemacht habe, nämlich an Aststücken, welche einzeln in Käfigen mit sehr engmaschigen Gittern aufbewahrt waren.

Die Männchen sind auffallend in der Minderheit. Ihre einzige Aufgabe ist es, die Weibchen zu befruchten. Da die Befruchtung gleich in den Gängen, kurz nach dem Schlüpfen der Tiere stattfindet, also an einem Ort, wo das Männchen die zu befruchtenden Weibchen gewissermaßen gleich bei der Hand hat, besteht keine Gefahr, daß trotz

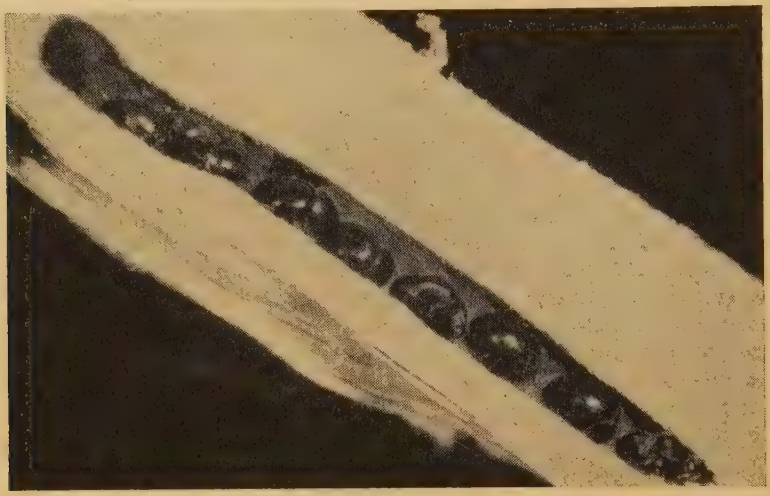


Abb. 16
Männchenkolonie von Anisandrus dispar

der geringen Anzahl von Männchen ein Weibchen unbefruchtet bleibt. An Stelle der Männchen, die sich X. Saxeseni hier erspart, können sich Weibchen entwickeln. Die Zahl der letzteren wird auf diese Weise fast verdoppelt, was für die Fortpflanzung und Erhaltung der Art von Bedeutung ist.

Das zahlenmäßige Verhältnis zwischen Männchen und Weibchen kann im Einzelnen sehr verschieden sein. Die extremsten Werte fand ich in einem Gang mit 39 Weibchen und einem Männchen und in einem anderen mit einem Männchen und 7 Weibchen. Die Angabe von Calwer (l. c.) mit einem Verhältnis von 1 : 30 dürfte für den Durchschnitt etwas zu hoch gegriffen sein. Von September an findet man unter den Männchen immer einige, die bereits tot sind. Es läßt sich mit Vorsicht die Meinung vertreten, daß die Vitalität der Männchen schon im Herbst stark nachläßt.

Tabelle 7

Datum (1952)	Weibchen	Männchen	davon tot	Verhältnis ♂ : ♀
31. VII.	334	24	—	1 : 13·9
31. VII.	114	6	—	1 : 19
5. VIII.	116	8	—	1 : 14·5
30. VIII.	58	2	—	1 : 29
23. IX.	549	26	4	1 : 21·1
3. X.	161	7	1	1 : 23
3. XI.	126	5	3	1 : 25·2
7. II.	182	7	4	1 : 26
14. III.	191	8	4	1 : 23·9
Summe:	1831	93	Durchschnitt	1 : 19·7

Reine Männchenkolonien, wo es außer dem Muttertier keine Weibchen gibt, habe ich bei X. Saxeseni nicht gefunden. Bei A. dispar ist es sicher, daß es welche gibt. Auch diese sind aber bisher umstritten gewesen. Früher glaubte man, daß die Männchen in leeren Gängen zusammenkriechen, um dort zu sterben. Schneider-Orelli (l. c.), der diesen Borkenkäfer genau untersucht hat, schreibt, daß er solche „Junggesellenkolonien" niemals beobachtet hätte. Ich selbst fand sie wiederholt zugleich mit normalen A. dispar-Bruten, z. B. 43 Männchen in einem Gangsystem und immer das tote Weibchen am Einbohrloch. Die Männchen lebten den ganzen Winter und konnten jederzeit mit Weibchen kopulieren.

g) Soziales Verhalten

Die Angaben der Literatur über soziales Verhalten fand ich nicht bestätigt. Von einer sozialen Brutpflege mehrerer Weibchen kann keine Rede sein. Jedes Gangsystem wird nur von einem einzigen Weibchen gebohrt. Freilich kann es vorkommen, daß sich einige Gangsysteme überschneiden oder daß einige Platzgänge zu einem einzigen verschmelzen, wenn sie genau übereinander liegen. Ein solches verschmolzenes Gangsystem hat daher mehrere Zugänge. Jedes Muttertier begibt sich aber nach vollzogener Eiablage an sein eigenes Einbohrloch.

Auch die Berichte über Totenkammern, welche die lebenden Käfer absichtlich für die toten anlegen sollten, scheinen mir recht fragwürdig zu sein. Freilich habe auch ich manchmal Gangteile gefunden, in denen tote Tiere unter allerhand Unrat lagen. Die Tiere dürften dort aber infolge schlechter Lebensbedingungen zugrunde gegangen sein, z. B. wenn ein Pilz überhand nahm oder Parasiten eindrangen. Ferner ist es sicher ein Irrtum, daß ein Mutterkäfer mehrere Jahre lang leben, Eier legen und Bruten entwickeln soll. Daß Jungkäfer gleich nachdem sie sich zum Imago entwickelt haben, im eigenen Gangsystem weiterbohren und wieder Eier legen, ist ebenfalls eine unrichtige Behaup-

tung. Sie fliegen entweder aus oder gehen zugrunde, ohne daß sie Eier legen. Im eigenen Gangsystem bohren sie höchstens jene kurzen Gänge, von denen schon die Rede war.

h) Die Generationenfrage

Die Frage nach der Zahl der jährlichen Generationen steht besonders bei den Praktikern im Mittelpunkt des Interesses. Hängt doch davon die Möglichkeit einer wirksamen Bekämpfung dieser Schädlinge ab. In der Literatur widersprechen die Meinungen einander stark und tatsächlich kann man leicht irre geführt werden, wenn man den Lebenszyklus dieses Tieres nicht genau beobachtet und sich nur nach dem jeweiligen Austritt des Bohrmehles richtet. Man kann auch sehr leicht altes Bohrmehl mit frischem verwechseln, besonders an dicken Stämmen, wo ich selbst noch bis in den September hinein Bohrmehl fand, das man von frischem kaum hätte unterscheiden können. Eigentlich ist die Generationenfrage durch die bisherige Beschreibung des Lebenszyklus schon gelöst. Aber mit Rücksicht auf die Berichte der Literatur und auf die unter den Praktikern allgemein verbreitete Meinung, daß es zwei Generationen im Jahr gäbe, scheint eine nochmalige kritische Stellungnahme zu dieser Frage notwendig zu sein.

In Österreich hat X. Saxeseni in den Jahren 1951 und 1952 nur eine einzige Generation gehabt. Ich möchte folgende Argumente geltend machen, die zu Gunsten der einfachen Generation sprechen:

1. Die Argumente, die Eichhoff (l. c.) erbrachte, um daraus eine doppelte jährliche Generation abzuleiten, können heute nicht mehr als stichhältig angesehen werden. Er nahm für fast alle holzbohrenden Borkenkäfer eine doppelte jährliche Generation an, weil die ersten Imagines bereits im Frühsommer ausgereift und die Gänge im Winter „bereits wieder" mit Jungkäfern vollgestopft sind. Dabei wurde angenommen, daß die Imagines, sobald sie ausgereift seien, auch fliegen würden. Schneider-Orelli hat aber nachgewiesen, das A. dispar nur eine einfache Generation hat, das heißt, daß die überwinternden Käfer dieselben sind, die sich im Juli aus den Larven der Frühjahrsbrut entwickelt haben. Nun können Argumente, die sich bei A. dispar als nicht stichhältig erwiesen haben, bei X. Saxeseni auch nicht beweiskräftig sein.

2. Im Juli 1952 wurden im Garten der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien zusammen etwa 550 Weibchen ausgelassen, die auch tatsächlich geflogen sind. Es konnte aber kein einziges Tier entdeckt werden, das sich eingebohrt hätte, obwohl verschiedene Obstsorten und Bäume verschiedenen Alters und verschiedenen Gesundheitszustandes zum Einbohren zur Verfügung gestanden wären. Auch an spezifischen Wirtspflanzen, Marillen- und Apfelbäumen, fehlte es nicht.

3. Alle künstlichen Infektionsversuche an Pflaumen, Apfel- und Marillenbäumen im Garten der Bundesanstalt schlugen fehl. Die Ver-

suche wurden so durchgeführt, daß mit einer Ahle ein kurzes Loch in die Äste der Versuchsbäume vorgebohrt und nachher ein Weibchen hineingesetzt wurde. Die Tiere verließen entweder die vorgebohrten Löcher oder gingen darin ein. Andere Versuche hatten zur Folge, daß die Tiere zwar 3 bis 4 Tage lang Bohrmehl förderten, dann aber das Bohren einstellten. Die Äste wurden in verschiedener Weise verwundet, um den Tieren günstige Entwicklungsbedingungen zu schaffen.

4. Es entkamen im Garten der Bundesanstalt im Laufe des Juli nach vorsichtiger Schätzung etwa 10.000 Weibchen unkontrolliert aus abgesägten und zu Beobachtungszwecken eingebrachten Holzstücken, welche so gelagert waren, daß sie austrocknen konnten. Auch diese Tiere, welche selbständig ihre Muttergänge verlassen hatten, blieben spurlos verschwunden.

5. Aus denjenigen Kolonien, die sich in Holzstücken befanden, welche nicht austrocknen konnten, flogen überhaupt keine Käfer aus.

6. Mir stand zu Beobachtungszwecken eine stark Borkenkäferbefallene Obstanlage im Wiener Obstbaugebiet in Schwechat, die hauptsächlich aus Marillenbäumen bestand, zur Verfügung. Auch hier am natürlichen Standort konnte ich keinen zweiten Flug und auch keine zweite Generation beobachten, sondern lediglich die Stadien der Frühjahrsgeneration.

7. Es wurden auch in der Schwechater Obstanlage Einbohrversuche von der unter Nr. 3 beschriebenen Art durchgeführt, und zwar an Bäumen, die noch bewohnte X. Saxeseni-Kolonien enthielten, so daß man sicher sein konnte, wirklich günstige Brutplätze gewählt zu haben. Auch hier war der Bohrerfolg nicht anders wie unter Nr. 3.

8. Am 12. Mai langten zum letzen Mal Holzstücke mit Holzbohrerbefall in der Bundesanstalt ein. Nach diesem Zeitpunkt wurden keine Neubefälle mehr bekannt.

9. Der weibliche Geschlechtsapparat wurde im Sommer und Herbst wiederholt untersucht. Vor dem Flug und vor der Eiablage verändern sich die Geschlechtsorgane eines Insekts in charakteristischer Weise. Es konnten während dieser Zeit aber niemals Veränderungen beobachtet werden, die auf einen zweiten Flug schließen ließen.

i) Die Pilzsymbiose

Die holzbohrenden Borkenkäfer haben sich an das Leben im Innern des Holzkörpers in besonderer Weise angepaßt. Sie sind von der eigentlichen Holznahrung der Borkenkäfer abgewichen und zu einer anderen Ernährungsweise übergegangen. Die Weibchen, welche das Gangsystem ganz oder teilweise bohren, bauen vor der Eiablage in den Gängen einen Pilz an. Nach kurzer Zeit überzieht ein Pilzbelag die gesamte Oberfläche der Gänge. Der Pilz ist die ausschließliche Nahrung der Larven. Die holzbohrenden Borkenkäfer sind, so viele verschiedene Wirtspflanzen ein und dieselbe Art auch bewohnen vermag, sekundär

monophag geworden. Vielleicht ist aber auch gerade deshalb die Zahl ihrer Wirtspflanzen so groß geworden: wo der Pilz gedeiht, kann auch der Käfer leben. Selbstverständlich hat jede Käferart ihren eigenen spezifischen Nährpilz.

Neger und besonders Schneider-Orelli (l.c.) haben sich durch ihre experimentellen Studien um die Klärung des Ambrosiakäferproblemes verdient gemacht. Letzterer hat die Symbiose des A. dispar mit seinem Nährpilz genauer studiert. Er stellte fest, daß das Weibchen fortpflanzungsfähige Zellen des Ambrosiapilzes mit sich im Muskelmagen führt. Im Enddarm befinden sich während des ganzen Winters und auch noch zur Zeit des Einbohrens und der Brutpflege dunkle Massen von Exkrementen. Aus diesem Umstand schließt Schneider-Orelli, daß der Pilz den Darmkanal des Weibchens durch die Mundöffnung verläßt und daß die Aussaat durch eine Art von Erbrechen erfolgt. In zahlreichen Kulturversuchen gelang es niemals, Fruktifikationsformen des Pilzes zu gewinnen, weshalb seine systematische Stellung ungeklärt bleiben muß.

Der in den Gängen des X. Saxeseni wachsende Ambrosiapilz durchzieht mit seinen Hyphen Teile des noch frischen Holzes und bildet kurze, zellige Fäden aus, die ins Innere der Gänge hineinwachsen. Am Ende dieser kurzen, parallel laufenden Hyphen, die einen weißen, kontinuierlichen Rasen aufbauen, bilden sich rundliche Zellen aus, die in ganzen Ketten abgeschnürt werden. Letztere weiden die Larven ab. Wenn die Entwicklung der Larven abgeschlossen ist, hört auch das Wachstum der Pilze auf. Dieses scheint weitgehend von der Tätigkeit der Borkenkäfer abhängig zu sein. Im Anfang mag vielleicht der Mutterkäfer eine züchterische Tätigkeit entfalten, wie das Schneider-Orelli für A. dispar behauptet hat, später aber tun dies sicher nur die Larven, denn der Mutterkäfer kommt ja später mit dem Pilz überhaupt nicht mehr in Berührung. In Gängen, die nur mehr Jungkäfer enthalten, wächst kein Ambrosiapilz mehr. In anderen hingegen, wo eine große Zahl von Larven überwintert, findet man den ganzen Winter hindurch Pilzrasen mit den charakteristischen runden Zellen.

Die Übertragung des Ambrosiapilzes auf andere Gänge erfolgt durch die Weibchen. Die von den Larven zuletzt aufgenommenen Ambrosiapilzzellen werden nicht mehr verdaut, sondern bleiben unverdaut bis zur nächsten Aussaat im Muskelmagen. Daß fortpflanzungsfähige Zellen im Darmkanal des Weibchens aufbewahrt werden und der Pilz von ihm auf neue Gänge absichtlich übertragen wird, war bisher nur bei A. dispar nachgewiesen. Nun kann dieser Tatbestand auch für X. Saxeseni als gesichert gelten.

Wahrscheinlich erfolgt die Aussaat durch die Mundöffnung, denn erstens war zur Zeit der Aussaat bei vielen Tieren der Enddarm mit dunklen Inhaltskörpern verstopft und zweitens ist der Weg zur Mundöffnung viel kürzer als zur Afteröffnung.

Es wurden mehrere Kulturversuche in Abständen von mehreren Monaten gemacht. Hierbei wurden die Pilze auf Pilzagar gezogen und entweder vom Pilzrasen bewohnter Gänge abgeimpft oder dem Muskelmagen der Weibchen entnommen. Das Zuchtergebnis war in allen Fällen gleich, so daß man sicher sein kann, daß es sich bei dem gezüchteten Pilz tatsächlich um den X. Saxeseni-Nährpilz handelte und nicht etwa um einen anderen zufällig aufgetretenen Pilz, der den Ambrosiapilz überwuchert hat.

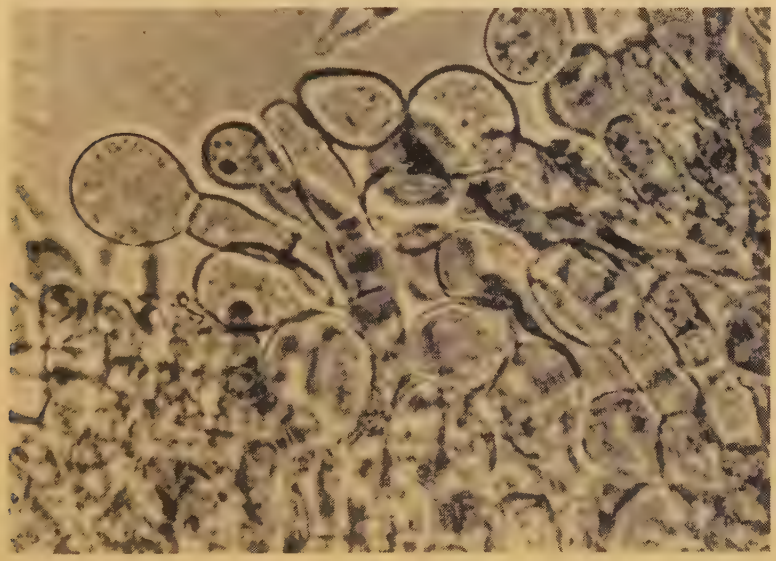


Abb. 17. Ambrosiapilze, Vergrößerung 1 : 1125

Ein solcher Versuch begann am 26. November. Am 27. entwickelten sich hauptsächlich Bakterien, am 28. nahm aber der Pilz bereits überhand und erreichte eine Entfernung von 3 cm vom Infektionszentrum. Am 29. und 30. November erhoben sich Teile des Pilzes über das Substrat. Die Hyphen sind verzweigt und haben hie und da Querwände. Am 1. Dezember waren einige Hyphenenden köpfchenförmig angeschwollen, am 2. Dezember bildeten sich grünliche, runde Fruchtkörper aus, die nach Art von Trauben an Lufthyphen zu finden waren. Die Zahl dieser Fruchtkörper wurde an den folgenden Tagen immer größer, bis stellenweise nur mehr ein einheitlich grüner Rasen vorhanden war. Dann hörte das Wachstum auf und es änderte sich längere Zeit nichts. Erst am 28. Dezember färbten sich Stellen des Luftmycels gelb. Es entwickelten sich ähnliche runde Zellen, wie man sie in normal bewohnten Gängen findet. Vor allem aber trat an einzelnen Stellen

eine schwarze Färbung ein, welche von nun entstehenden Sporen herrührte. Die systematische Stellung konnte nach diesen Kulturversuchen festgestellt werden. Es handelt sich um einen Schimmelpilz der Gattung Penicillium.

Abb. 18. Lufthyphen mit Fruchtkörpern

k) Parasiten, Feinde und Mitbewohner des X. Saxeseni

Als solche kommen aus dem Pflanzenreich Pilze, aus dem Tierreich Würmer, Milben, Insekten und Vögel in Betracht.

In der Literatur wurden folgende Arten angegeben: Pteromalus bimaculatus (Pteromalidae), Blacus fuscipes, Perniphora robusta, Colydium lineola (Colydiidae), Nemosoma elongatum (Ostomidae), Clerus sphegeus (Cleridae).

Ich habe folgende Parasiten usw. beobachtet:

Pilze: In den meisten Fällen dürfte es sich um eine verwilderte Form des Ambrosiapilzes handeln.

Würmer: Es kommen häufig Fadenwürmer in der Leibeshöhle absterbender Larven und Imagines vor, die nicht näher bestimmt wurden. Auch andere Autoren (G. Fuchs) haben solche parasitische Würmer bereits wiederholt bei Borkenkäfern beobachtet.

Milben: Es konnte nur Histiogaster carpio Kramer (Tyroglyphidae) gefunden werden. Es handelt sich um eine pilzfressende Art, die sich jedenfalls der Ambrosiapilze wegen in den X. Saxeseni-Gängen aufhielt. Die Männchen besitzen Saugnäpfe und konnten sich mit ihrer Hilfe an den Käfern festheften.

Insekten: Cryptophagus subvittatus Reitter (Cryptophagidae) ist ebenfalls eine pilzfressende Art, die ich wiederholt unter überwinternden Tieren fand. Die Gänge enthielten kleinere Mengen verwilderter Ambrosiapilze neben vollständig intakten X. Saxeseni-

Bruten. Ferner konnten in X. Saxeseni-Gängen winzige Staphiliniden und zwei verschieden oligopode Insektenlarven beobachtet werden, von denen schwer zu sagen ist, ob sie als zufällige Mitbewohner oder als Räuber zu betrachten sind. Aus der Familie der Colydiidae wurden wiederholt Colydium elongatum Fbr. und Ditoma crenata Fbr. gefunden. Die Vertreter dieser Familie leben räuberisch und sind zum Teil als Borkenkäferparasiten bereits bekannt.

VI. Geographische Verbreitung

Das Verbreitungsgebiet wurde auf Grund von Literaturangaben (Tredl 1907, Eichhoff l. c., Swaine l. c. u. a.) festgestellt. Es umfaßt große Teile der nördlichen Hemisphäre: Mittel- und Südengland (Kent. Sussex, Bristol), Frankreich (bes. Rhône-Tal), Deutschland (Bayern, Baden, Hamburg, Hessen, Hildesheim, Nassau, Preußen, Schlesien, Thüringen, Westfalen, Württemberg), Österreich (Steiermark, Alpennord- und -ostrand und vorgelagerte Gebiete wie das Burgenland und Teile von Niederösterreich, Umgebung von Wien), Dänemark, Skandinavien, Schweizer Mittelland, Korsika bis Algier, Kanarische Inseln, Ungarn, Herzegowina, Bosnien, Siebenbürgen, Böhmen, Mähren, Galizien, Rußland bis zur Schwarzmeer-Ostküste und Kaukasien, das Gebiet des Bosporus und Ostpontus in der Türkei, ferner Sibirien und Japan. Das Verbreitungsgebiet in Amerika umfaßt große Teile der USA.

VII. Die Bekämpfung der Obstbaumborkenkäfer

Da X. Saxeseni an Obstbäumen fast immer in Begleitung des A. dispar und in nächster Nähe der Obstbaumsplintkäfer auftritt, müssen bei seinem Erscheinen gewöhnlich alle vier Obstbaumborkenkäfer gleichzeitig bekämpft werden. Es erscheint daher angebracht, an dieser Stelle auch die Bekämpfung der anderen obstbaumbewohnenden Borkenkäfer zu berücksichtigen, besonders die des A. dispar, weil dessen Lebensweise und Art der Schädlichkeit der des X. Saxeseni am nächsten kommt.

a) Krankheitsverlauf bei Borkenkäferbefall

Alle Obstbaumborkenkäfer sind hauptsächlich Sekundärschädlinge, wenn auch für die Splintkäfer bekannt ist, daß sie auch gesunde Bäume anzufliegen pflegen. Die Schädlichkeit aller dieser Borkenkäfer beruht aber in erster Linie darauf, daß sie bereits durch andere Ursachen geschädigte Bäume, die aber noch gerettet werden könnten, anfallen und vollständig zugrunde richten. Der Ablauf der Krankheit bei Splintkäfer- und Hohlzbohrerbefall ist aber grundsätzlich verschieden.

Der kleine Obstbaumsplintkäfer bevorzugt dünne Äste und Zweige, der große bewohnt dicke Äste und den Stamm. Ihre weit verzweigten Gangsysteme unterminieren die Rinde und bringen sie zum Absterben.

Sie wird allmählich braun und läßt sich leicht abheben. Ein von Splintkäfern befallener Baum stirbt nicht von heute auf morgen ab. Im Frühjahr werden einige Äste befallen, welche später dürr werden, während der Sommerflugzeit fallen einige weitere Äste den Angriffen zum Opfer. Zunächst setzt sich der Baum noch selbst gegen seine Angreifer zur Wehr; durch Harzfluß erstickt er viele Borkenkäfer. Es kann dieser Kampf Jahre dauern. Später läßt die Widerstandskraft des Baumes immer mehr nach und die Zahl der angreifenden Schädlinge wird immer größer. Zum Schluß wird der Baum, der Ast um Ast verliert, zu einer jämmerlichen Ruine, die endlich ganz abstirbt. Sie wird von keinem Borkenkäfer mehr angegriffen. Die letzte Generation entwickelt sich noch zu Ende, fliegt dann aus und befällt andere Bäume.

A. dispar befällt alle Teile eines Baumes. Dünne Äste lassen sich an der Befallsstelle leicht brechen. Der Kleine Holzbohrer kommt meist mit dem Ungleichen Holzbohrer zusammen an ein und demselben Baum vor. Er bewohnt aber nur den Stamm und die dicken Äste. Dünne Äste unter 5 cm Durchmesser meidet er fast immer. Auch bei Holzbohrerbefall wird die Rinde braun und leicht ablösbar. Man kann Holzbohrerbefall am besten mit einer akuten Krankheit vergleichen. Ist der Kampf des befallenen Baumes gegen die Splintkäfer ein langsames, zähes Ringen um jeden Ast, so ist der Kampf gegen die Holzbohrer ein kurzer, aber umso heftigerer. Werden die Eindringlinge nicht sofort im Saftstrom erstickt, so treiben sie ihre Gänge in den Holzkörper vor und unterbrechen die Wasserleitung in den äußeren Jahresringen, welche ja bei den Obstbäumen allein funktionieren. Wenn der Stamm angebohrt ist, so wird die gesamte Wasserleitung schlagartig unterbrochen und die Krone vertrocknet unverzüglich innerhalb weniger Wochen oder Monate. Die Welkeerscheinungen der Blätter zu einer Zeit, während der die anderen Bäume auf dem Höhepunkt ihrer Lebenstätigkeit stehen, sind besonders charakteristisch. Oft genug aber kommt es überhaupt nicht mehr zum Austreiben.

b) Bisheriger Stand der Borkenkäferbekämpfung
Vorbeugende Maßnahmen

1. Einhüllen von Stämmen und Ästen mit Packpapier oder Anwerfen mit Lehm, Bestreichen mit Teer und dergleichen. Es hat sich nämlich gezeigt, daß Borkenkäfer niemals Papier anbohren. Kalkanstrich ist vollständig wirkungslos. Die erwähnten Schutzmaßnahmen bringen zwar oft Erfolg, haben aber den Nachteil, daß sie für dünne Äste keinen Schutz bieten, da ihre Durchführung umständlich ist und überdies die Schutzhüllen durch Niederschläge häufig ausgeschaltet werden.

2. Fangbaummethoden. Sie sollen sich in der Tat weitgehend bewährt haben, gewähren aber keineswegs einen absolut wirkenden Schutz. Es werden Holzpfähle in die Erde gerammt oder gleich kranke, aber noch nicht befallene Bäume stehen gelassen. Gegen Holzbohrer verwendet

man Eichen- oder Buchenhölzer, gegen Splintkäfer darf man nur Holz von Obstbäumen verwenden, da sie nur solches anfliegen. Das Holz darf noch nicht ganz ausgetrocknet sein. Die Fangbäume müssen vor jeder Flugzeit aufgestellt werden und stehen bleiben, bis der Flug abgeschlossen ist. Nachher werden sie sorgfältig verbrannt. Holzbohrerfangbäume stellt man spätestens Mitte April auf, läßt sie bis Mitte Mai stehen und verbrennt sie im Laufe des Sommers. Splintkäferfangbäume stellt man Ende Mai und Anfang Juli auf und verbrennt sie Ende Juli und Ende August. Dem Kleinen Holzbohrer wird man auf diese Art allerdings nur schwer beikommen können, da man sehr dicke Pfähle aufstellen müßte, damit er sich einbohrt.

3. In Österreich hat man neuerdings versuchsweise damit begonnen, Obstbaumborkenkäfer mittels synthetischer Insektizide, die auf verschiedene Art und Weise wirksam werden, vorbeugend zu bekämpfen und hat damit beachtliche Erfolge erzielt. Zu diesem Zweck eignen sich Hexa- und DDT-Präparate, nur muß man sie in höheren Konzentrationen als üblich anwenden. Die Spritzung muß unmittelbar vor der Flugzeit erfolgen und drei bis vier Mal in Abständen von 10 bis 12 Tagen wiederholt werden. Diese chemische Bekämpfung wäre den geschilderten Verfahren wegen ihrer leichteren Anwendbarkeit vorzuziehen, wenn sie tatsächlich zum Erfolg führt.

Direkte Borkenkäferbekämpfung

1. Die erste, älteste und wirksamste Methode, zu der wir auch heute in der Praxis noch Zuflucht nehmen müssen, weil man durch sie Borkenkäfer massenhaft vertilgen kann, ist das rücksichtslose Abschneiden und Verbrennen befallener Äste oder Bäume. Wenn man den befallenen Ast abschneidet und verbrennt, hat man am ehesten Aussicht, den betreffenden Baum zu retten.

2. Eine Bekämpfung von Borkenkäfern ohne daß der betreffende Baum beschnitten werden muß, wird nur in seltenen Fällen möglich sein. Eine solche Maßnahme ist nur dann zu empfehlen, wenn ein Baum nur von einigen wenigen Tieren angeflogen ist und zu dieser Zeit noch keine Krankheitserscheinungen zeigt. So lange die Weibchen noch nicht tief eingebohrt sind, können sie auf mechanischem Wege durch Einführen eines Drahtes in das Bohrloch getötet werden. Dies gelingt natürlich nur so lange, als die Bohrgänge noch nicht nach irgend einer Seite abgebogen sind. Bei den Splintkäfern ist das nur einige Stunden, bei den Holzbohrern etwa zwei Tage nach dem Einbohren der Fall.

3. Die Bruten der Holzbohrer kann man sicher abtöten, wenn man Schwefelkohlenstoff in die Bohrlöcher bringt. Zu diesem Zweck taucht man einen Bausch Watte in CS_2 und führt ihn in die Gänge mit Hilfe eines Drahtes ein. Das Bohrloch wird mittels Baumwachs sofort verschlossen.

c) Eigene Versuche

Die eigenen Bekämpfungsversuche wurden hauptsächlich an A. dispar durchgeführt, da gewisse Beobachtungen an X. Saxeseni wegen der Kleinheit der Tiere und der Einbohrlöcher schwer durchzuführen sind.

Laborversuche. Zunächst wurden die im folgenden beschriebenen Vorversuche durchgeführt, welche die prinzipielle Wirkung von Präparaten, welche derzeit als Insektengifte in Verwendung stehen, auf Holzbohrer feststellen sollten.

Präparate. Hexamul (Spritzmittel aus technischem Hexachlorcyclohexan mit 15% Gammagehalt). Konzentrationen: 0·2%, 0·3%, 0·4% und 0·5%.

Gesarol „50" (DDT-Spritzmittel, Wirkstoffgehalt 50%). Konzentrationen: 0·1%, 0·2%, 0·3%, 0·7%, 1·0%.

E 605 f-Universalinsektizid (47% Parathion). Konzentrationen: 0·01%, 0·02%, 0·03%, 0·04%, 0·05%, 0·06%, 0·07%, 0·08%, 0·09%, 0·1%.

Methode. Die Vorversuche wurden mit Hilfe des Petrischalentests durchgeführt. Von den Versuchslösungen wurde je 1 ccm auf Filterpapierscheiben gebracht, die gerade in den Boden einer Petrischale mit 11 cm Durchmesser paßten; das Filterpapier wurde an den Rändern in die Petrischalen eingeklebt. Nach dem Verdunsten des Lösungswassers, das mit Hilfe eines Ventilators beschleunigt wurde, kamen in jede Petrischale je 10 weibliche Käfer von A. dispar, welche täglich, und zwar bis zum Absterben beobachtet wurden. Jeder Versuch erfolgte in 5 Wiederholungen.

Ergebnisse der Vorversuche. Die Petrischalenversuche zeigten, daß alle drei verwendeten Insektizide schon in den niedrigsten angewendeten Konzentrationen unter den Versuchsbedingungen 100%ige Abtötung der Weibchen von A. dispar ergaben. Die 100%ige Wirkung wurde mit dem aus 0·2% Hexamul hergestellten Deposit nach 96 Stunden, mit einem solchen vom 0·3% bis 0·5% nach 72 Stunden erreicht.

Der mit 0·1%, 0·2% und 0·3% Gesarol 50 hergestellte Belag lieferte nach 120 Stunden das gleiche Ergebnis, während mit 0·7 bis 1% Gesarol 50 nach 96 Stunden 100%ige Wirkung erzielt wurde.

E 605 schließlich brachte merkwürdigerweise in allen angewandten Konzentrationen, also von 0·01% bis 0·1%, erst nach 120 Stunden nach der Behandlung 100%ige Abtötung.

Die unter gleichen Bedingungen gehaltenen unbehandelten Kontrolltiere zeigten innerhalb von 120 Stunden durchschnittlich 22% Sterblichkeit.

Spritzversuche an abgeschnittenen Ästen und im Freiland. Je drei von A. dispar und X. Saxeseni besetzte Aststücke von Marillen wurden mit den oben erwähnten Präparaten mit Hilfe einer Handspritze allseits gründlich bespritzt. Nach dem Abtropfen

der überschüssigen Flüssigkeit wurden die so behandelten Aststücke in Drahtnetzkäfige gebracht. Die Behandlung erfolgte im August, also zu einer Zeit, zu der von A. dispar Imagines und von X. Saxeseni Käfer und Larven vorhanden waren. Die Erfolgskontrollen erfolgten im September durch Aufspalten der Zweige und Untersuchung der Brutgänge auf lebende Käfer.

Die in den Laborversuchen verwendeten drei Insektizide wurden auch bei Spritzversuchen im Freiland, welche ebenfalls mit Hilfe einer Handspritze an Marillenbäumen durchgeführt wurden, in den gleichen Konzentrationen verspritzt; auch hier erfolgten die Erfolgskontrollen durch Aufspaltung der Gänge im September. Sämtliche dieser Versuche verliefen negativ, da mit Ausnahme von einzelnen, in der Nähe des Einbohrloches befindlichen Weibchen, die der Spritzung unterlegen sind, alle in den Gängen befindliche Tiere, Imagines und Larven, die Behandlung ohne Schaden überlebten.

Einführung von Insektiziden in Bohrgänge. Wattebausche, die mit CS_2, Lösungen von E 605 (Konzentrationen: 100%, 50%, 25%, 12·5%, 6·25%, 3·12% 1·56%) und Hexamul (Konzentrationen: 100%, 50%, 25%, 12·5%, 6·25%, 3·12%) getränkt waren, wurden in Bohrlöcher eingeführt; nach dieser Behandlung erfolgte der Verschluß der Bohrlöcher mit Hilfe von Baumwachs. Diese Versuche wurden ebenfalls an abgeschnittenen Ästen von Marillenbäumen vorgenommen. Die Kontrollen wurden in der oben beschriebenen Weise durchgeführt, und zwar wurden die Bohrgänge, beginnend 24 Stunden nach der Behandlung bis drei Wochen nach der Behandlung, laufend geöffnet.

Es zeigte sich, daß die Behandlung mit CS_2, die seit langem bewährt ist, vollen Erfolg brachte.

Mit E 605 wurde kein derartig radikaler und rascher Erfolg erzielt. Die höchsten angewandten Konzentrationen von 100% und 50% ergaben selbst nach drei Wochen nur eine Abtötung von 85 bzw. 89% bei den Imagines von A. dispar, 86 bzw. 87·5% bei den Imagines von X. Saxeseni und 94 bzw. 90% bei den Larven von X. Saxeseni.

Die höchsten angewandten Konzentrationen von Hexamul, 100% und 50%, ergaben unter den gleichen Bedingungen nach drei Wochen eine Abtötung von 96 bzw. 95% bei A. dispar, 94 bzw. 89% bei den Imagines von X. Saxeseni und 97 bzw. 95% bei den Larven von X. Saxeseni.

Zusammenfassung

Die Biologie des X. Saxeseni, der als Obstbaumschädling große praktische Bedeutung besitzt, wurde eingehend studiert, wobei sich folgendes ergab:

I. Morphologie

Ober- und Unterkiefer, Darmkanal, weiblicher und männlicher Geschlechtsapparat wurden beschrieben. Die Ober- und Unterkiefer sind bei Larven und Imagines in Größe und Gestalt verschieden, entspre-

chend der Tatsache, daß die Larven weiche Pilzrasen abweiden, während die Imagines im harten Holz bohren. Die Auswertung zahlreicher Messungen an Oberkiefern von Larven läßt auf drei Larvenstadien schließen. Fortpflanzungsfähige Zellen des Ambrosiapilzes werden wie bei A. dispar im Muskelmagen aufbewahrt. Die weiblichen Geschlechtsorgane verändern sich im Laufe des Sommers, Herbstes und Winters nicht. Die Männchen sind kurz nach dem Schlüpfen geschlechtsreif.

II. Biologische Beobachtungen

1. Das Muttertier legt das primäre Gangsystem an, welches von der jungen Brut zum Platzgang erweitert wird. Es wurden mehrere Typen des primären Gangsystemes beschrieben, die einen stufenweisen Übergang in Gabelgänge zeigen.

2. Unter den Verhältnissen der Jahre 1951 bis 1952 gab es im Untersuchungsgebiet nur eine einzige Flugzeit, nämlich Ende April und Anfang Mai, welche etwa 14 Tage dauert, und eine einzige Generation im Jahr.

3. Mehrere Formen der Eiablage wurden beschrieben. Am häufigsten werden die Eier in Klümpchen zu 8 bis 12 Stück in Einischen abgelegt oder haufenweise in dreieckigen Eiablageräumen.

4. Die Entwicklung der Brut vom Ei bis zum Imago dauerte 7 bis 15 Wochen. Etwa 10% entwickelten sich nicht zu Ende, sondern überwinterten als Larven oder Puppen und gingen mutmaßlich zugrunde.

5. Die Befruchtung der Weibchen erfolgt in den Muttergängen durch die Männchen derselben Brut, sobald das erste Männchen geschlechtsreif geworden ist. Das zahlenmäßige Verhältnis zwischen Männchen und Weibchen betrug etwa 1 : 20.

6. Es ist wahrscheinlich, daß für das Zustandekommen einer normal entwickelten Brut eine bestimmte Prädisposition des befallenen Baumes notwendig ist. Die meisten untersuchten Bäume waren schon v o r dem Befall n a c h w e i s b a r durch verschiedene Faktoren (Wühlmaus- und Engerlingsfraß, Pilzkrankheiten, Frostschäden, Baumverletzungen usw.) geschädigt. Unter den Obstbäumen ist die Marille am meisten gefährdet, dann folgt der Apfel und endlich Kirsche und Pflaume.

7. Die einzige Nahrung der Tiere ist der Ambrosiapilz. Die Larven fressen die Pilzrasen. Die Übertragung erfolgt durch die Weibchen, welche fortpflanzungsfähige Zellen des Pilzes den Winter über im Muskelmagen aufbewahren und zur Zeit des Bohrens in den Gängen anbauen. Der Pilzbelag erhält sich so lange, als ihn die Larven zur Ernährung brauchen, wenn die sonstigen Lebensbedingungen günstig sind und kann sogar noch in überwinternden Gängen gefunden werden. Es handelt sich um einen Schimmelpilz der Gattung Penicillium.

8. Als Parasiten oder Mitbewohner wurden neu beobachtet: Histiogaster carpio (Milbe), Cryptophagus subvittatus (Cryptophagidae), kleine Staphyliniden und zwei verschiedene Insektenlarven. Colydium elongatum und Ditoma crenata (Colydiidae) gehören einer Familie an, deren Vertreter als Borkenkäferparasiten zum Teil bereits bekannt sind. In der Leibeshöhle von Larven und Imagines wurden wiederholt Fadenwürmer gefunden.

III. Geographische Verbreitung

Auf Grund der Literaturangaben wurde das Verbreitungsgebiet festgestellt, welches sich über den größten Teil der nördlichen Hemisphäre erstreckt. X. Saxeseni wurde in ganz Europa, Nordafrika, Nordasien und Nordamerika gefunden.

IV. Holzbohrerbekämpfung

Schwefelkohlenstoff, den man in Bohrlöcher mittels Wattebausch einführt, tötet Holzbohrer rasch und sicher ab. Spritzungen von befallenen Ästen mit derzeit in Verwendung stehenden synthetischen Insektiziden haben sich in den vorliegenden Versuchen nicht bewährt. Auch das Einführen solcher Insektengifte mit Hilfe von Wattebauschen in die Bohrlöcher von Holzbohrern brachte kein zufriedenstellendes Ergebnis.

Summary

The biology of X. Saxeseni, an orchard pest of great practical importance, was studied with the following results:

I. Morphology

Upper and lower jaw, intestinal canal, female and male reproductive organs were described. Upper and lower jaws of larvae and adults are quite different in size and shape in consequence of the fact that the larvae are feeding on Ambrosia fungi, whilst the adults bore into the wood. Evaluating the numerous measurings of the upper jaws of larvae it could be concluded for three instars of larvae. Spores of Ambrosia fungus are preserved in the stomach of X. Saxeseni just like A. dispar. The female reproductive organs does not alter during summer, autumn and winter. The males are fully developed shortly after hatching.

II. Biological Observations

1) The female bores the primary tunnels which are enlarged by the young generation to greater tunnels. Several types of primary tunnels are described which are showing a gradually transition to tunnels forked off.

2) In consequence of the weather conditions of the years 1951 and 1952 there was only a single time of flying with the duration of a fortnight, i. e. at the end of April and the beginning of May.

3) Several forms of eggposition are described. For the most little lumps of 8 — 12 eggs are deposited into small pockets or in heaps in triangular holes for oviposition.

4) The development from larvae to adult lastened for 7 — 15 weeks. Approx. 10% did not completely develop but hibernated in larval or pupal stage and died probably.

5) The females are fertilized in the primary tunnels by the males of the same generation as soon as the first male is fully developed. The relation between males and females is approx. 1 : 20.

6) It seems possible that a certain predisposition of the trees becoming infested is necessary to enable the normal development of a generation. Most of the examined trees had been already injured by different factors before the infection by X. Saxeseni took place, i. e. damages by Arvicola terrestris and white grubs, fungus diseases, injuries by frost, wounds on trees and so on. Among the fruit trees the apricot is mostly endangered, in second line apple, cherry and plum are following.

7) Ambrosia fungus is the only feeding. The larvae are feeding on the colonies of that fungus. The females carry the spores in the stomach during the winter and detach them along the tunnels when they are boring into the wood. Under favourable conditions Ambrosia fungus is staying as long as it is necessary as feeding to the larvae; sometimes it can be found in the tunnels still during the winter. Ambrosia fungus belongs to the genera Penicillium.

8) The following parasites and cohabitants could be stated newly: Histiogaster carpio (a mite), Cryptophagus subvittatus (Cryptophagidae), little Staphylinidae and two different larvae of insects. Colydium elongatum and Ditoma crenata (Colydiidae) relates to the family some members of which are already known to be parasited of bark beetles. In the body cavity of larvae and adults nematodes were found repeatedly.

III. Geographical Distribution

By literature the distribution area was stated; it stretches over the greatest part of the Northern hemisphere. X. Saxeseni was found in the whole of Europe, Northern Africa, Northern Asia and Northern America.

IV. Control of Bark Beetles

Carbon disulphidewhich is brought into the holes by a pad of cotton wool is killing the pest at once. Applications of synthetic insecticides used for general — either by spraying infested twigs or bringing into the holes by use of pads of cotton wool — showed no effect.

IX. Literaturverzeichnis

Calwers Käferbuch (1916): Einführung in die Kenntnis der Käfer Europas. **2.** Stuttgart. 1208 ff.

Chamberlin, W. J. (1918): Bark-beetles infesting the Douglas-Fir. Oregon Agric. Expt. Sta., Corvallis Bull. no. 147. (Ref. nach R. A. E. **6,** 262 ff.)

Eggers, H. (1922): Seltene und neue paläarktische Borkenkäfer. III. Ent. Bl. **18,** 17.

Eichhoff, W. (1881): Die europäischen Borkenkäfer. Berlin, 267.

Ferrant, V. (1911): Die schädlichen Insekten der Land- und Forstwirtschaft. Luxemburg. 195.

Groschke, F. (1952): Der „schwarze Nutzholzborkenkäfer" Xylosandrus germanus Blandf., ein neuer Schädling in Deutschland. Zeitschr. f. angew. Ent. **34,** Hft. 2, 297.

Henschel, G. (1895): Forst- und Obstbauminsekten. Berlin. 3. Aufl. 193.

Hopkins, A. D. (1898):On the History and Habits of „woodengraver" ambrosiabeetle Xyleborus xylographus (Say), Xyleborus saxeseni (Ratz) with brief descriptions of different stages. Canad. Ent.. Vol. **30,** 21—29.

— (1915): Contributions toward a Monograph of the Scolytid Beetles. II. Preliminary Classification of the Scolytoidea. U. S. Dept. Agric. Tech. Bureau of Ent. **17,** no. 2, 202.

Hubbard, G. (1897): The Ambrosia-Beetles of the United States. U. S. Dept. Agric. Div. Ent. Bull. no. 7. (Zitiert nach Buchner, P., 1930, Tier und Pflanze in Symbiose).

Judeich-Nitsche (1895): Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde. I. Wien, 8. Aufl. 544 ff u. 549 ff.

Kotte, W. (1948): Krankheiten und Schädlinge im Obstbau, Berlin, 2. Aufl. 71.

Massee, A. M. (1935): Notes on some interesting Mites and Insects observed on Hops and Fruit Trees in 1935. Rep. E. Malling Res. Sta. (Ref. nach R. A. E. **30,** 325.)

Paillot, A. (1926): Sur les causes du dépérissement des arbricotiers dans la vallée du Rhône. Role du Xyleborus Saxeseni. C. R. Acad. Agric., France, XII., no. 30. (Ref. nach R. A. E. **14,** 598.)

Reitter, E. (1916): Fauna Germanica. Bd. V. Stuttgart. 293 ff.

Schneider-Orelli, O. (1913): Untersuchungen über den pilzzüchtenden Obstbaumborkenkäfer Xyleborus (Anisandrus Ferr.) dispar und seinen Nährpilz. Centralbl. f. Bakt. **38,** 25—110.

— (1915): Über den Zeitpunkt der Neuansteckung von Obstbäumen durch Borkenkäfer. Schweiz. Zeitschr. f. Obst- und Weinbau, **24**, 65—67.

Schwerdtfeger, F. (1944): Die Waldkrankheiten. Berlin, 185.

Swaine, J. M. (1918): Canadian Bark-Beetles. Pt. II. Canad. Dept. Agric., Ottawa Bull. no. **14**, 126—127.

Tredl, R. (1907): Nahrungspflanzen und Verbreitungsgebiete der Borkenkäfer Europas. Ent. Bl., **3**, 19.

Wahl, C. v. (1914): Die Borkenkäfer an den Obstbäumen und ihre Bekämpfung. Hauptst. f. Pflschutz. in Baden an der Großh.-Landw. Vers.-Anst. Augustenburg. Flbl. Nr. 3. (Ref. nach R. A. E. **2**, 486.)

Zur Kenntnis der Selektivwirkungen von 2,5-D Verbindungen

II. Mitteilung

2,4-D-Wirkungen auf Wasserhaushalt und Trockensubstanzgewicht

Von

Gertraud Repp

Einleitung

In einer früheren Arbeit (Repp, 1952) wurden 2,4-D-resistente und -empfindliche Pflanzen hinsichtlich der ökologischen Auswirkungen der 2,4-D-Behandlung verglichen, wobei sich bei empfindlichen Arten folgendes zeigte:

1. Hemmung der ökologischen Anpassung von osmotischem Grundwert und Saugkraft an die wechselnde Wasserversorgung.

2. Hemmung der Öffnungsbewegung der Stomata und als deren Folge starke Drosselung von Transpiration und Assimilation.

Mangels der Möglichkeit, höhere Saugkräfte zu mobilisieren, kann sich schon wenige Tage nach der 2,4-D-Behandlung als zweite Wirkungskomponente der Faktor „Wassermangel" geltend machen und bei warmtrockenem Wetter den Bekämpfungserfolg wesentlich beschleunigen. Dies stimmt auch mit den Beobachtungen bei der praktischen 2,4-D-Anwendung überein, wonach die behandelten Pflanzen im Freiland stets stärker welk sind als die unbehandelten. Das Studium dieser letzteren Frage bildete den Gegenstand weiterer Untersuchungen, über die nachfolgend berichtet wird.

1. Sättigungsdefizite 2,4-D-behandelter und -unbehandelter Pflanzen

Als **„Sättigungsdefizit"** bezeichnet man bekanntlich den zahlenmäßig feststellbaren Welkungsgrad (Stocker, 1929). Dieses Sättigungsdefizit **(SD)** gibt die Differenz an zwischen dem höchstmöglichen Wassergehalt („Sättigungswassergehalt" **SWG)** und dem jeweils im Laufe des Tages vorhandenen „aktuellen" Wassergehalt **(WG)** der Blätter. Je höher der Welkungsgrad, desto höher muß auch das **SD** der Pflanze sein.

Die Bestimmung des **SD** erfolgt folgendermaßen:

a) Bestimmung des **SWG** an einer größeren Anzahl Blätter der (2,4-D-unbehandelten) Kontrolle, wobei der **SWG** in Prozent des Blatt-**Trockengewichtes ausgedrückt wird:**

Sättigungsgewicht mg — Trockengewicht mg = **SWG** mg

SWG mg: $^1/_{100}$ Trockengewicht mg = **SWG** in Prozent Trockengewicht.

b) An Hand dieser einmalig bestimmten Relation kann dann aus den jeweiligen Blatttrockengewichten der Tagesgänge der **SWG** errechnet werden, der zu dem betreffenden Blatt gehört.

Z. B.: **SWG** von Taraxacumblättern 500% des Trockengewichtes, Trockengewicht des zu untersuchenden Blattes 80 mg, dazugehöriger **SWG** daher 400 mg.

c) Das Manko zwischen diesem errechneten **SWG** und dem tatsächlich vorhandenen momentanen **WG** des Blattes ist das Sättigungsdefizit (**SWG — WG = SD**); es wird in Prozent des zugehörigen errechneten SWG (Maximalwassergehaltes) angegeben.

Z. B.: 400 mg — 300 mg = 100 mg; $\frac{100}{400} = 25\%$.

Die absolute Höhe des Sättigungsdefizites hängt jeweils von der Witterung sowie vom wasserökologischen Typ der betreffenden Pflanze ab.

Beim relativen Vergleich der Sättigungsdefizite von 2,4-D-behandelten und -unbehandelten Pflanzen hatte sich jedoch unerwarteterweise gezeigt, daß das zahlenmäßig festgestellte Sättigungsdefizit mit den nach der Spritzung äußerlich zu beobachtenden stärkeren Welkungserscheinungen nicht übereinstimmte. Und zwar war gerade bei den 2,4-D-empfindlichen Pflanzen das Sättigungsdefizit umso niedriger, je längere Zeit seit der Behandlung verstrichen war, während es bei resistenten Arten — am selben Tag verglichen — entweder gleich oder etwas höher war als das der unbehandelten Kontrollpflanzen (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1

Tagesdurchschnittswerte des Sättigungsdefizites in % SWG

(aus jeweils 8 Messungen)

	unbehandelt	mit 2,4-D-Spritzung		Evaporation cm/h
		nach 6 Tagen	nach 12 Tagen	(Tagesdurch-
Empfindlich:	(26. V.)	(26. V.)	(2. VI.)	schnitt)
Raps	48·3	45·2	42·0	0·70
Franzosenkraut .	43·0	39·6	35·4	0·70
Taraxacum officinale . . .	26·5	20·0	—	0·45
Resistent:				
Hafer	60·5	61·2	—	0·70
Quecke	22·4	22·8	—	0·47
Solanum nigrum .	20·9	23·8	—	0·47
Winde	25·1	28·5	—	0·47

Angesichts dieser offensichtlichen Unstimmigkeit bei den empfindlichen Arten zwischen zahlenmäßig festgestelltem Welkungsgrad und äußerem Aussehen der Pflanzen ergab sich die Frage, ob sich nicht

vielleicht die Bezugsgrößen des Sättigungsdefizites — vor allem das Blatttrockengewicht — infolge der 2,4-D-Behandlung verändert hatten.

2. Trockensubstanzgewicht resistenter und empfindlicher Arten nach der Einwirkung von 2,4-D

Bei dieser Untersuchung wurde als einzige, praktisch unveränderliche Bezugsgröße die Blattfläche gewählt (vgl. Tab. 2).

Tabelle 2

Veränderungen der Blattdimensionsquotienten[1]) 6 Tage nach der Behandlung mit 0·2% 2,4-D

Pflanze	mg Trockengew. pro cm² Oberfl.	Differenz %	mg Sättiggs. Wassergeh. pro cm² Oberfläche		Bewurzelung (U-ird. Reserven)
Empfindlich:					
Raps					
unbehandelt	5·41	−28 %	31·5	(−)	schwache Pfahlwurzel
mit 2,4-D	3·90		27·7		
Plantage major					
unbehandelt	6·15	−28·2%	—		schwach, keine
mit 2,4-D	4·42		—		Pfahlwurzel
Franzosenkraut					
unbehandelt	3·04	−17·8%	25·4	(−)	sehr schwache
mit 2,4-D	2·50		13·6		Pfahlwurzel
Chenopodium					
unbehandelt	6·80	−17·6%	29·2	(−)	schwache Pfahlwurzel
mit 2,4-D	5·60		27·0		
Luzerne					
unbehandelt	4·80	−16·7%	15·1	(−)	Pfahlwurzeltiefe
mit 2,4-D	4·00		14·0		je nach Alter
Ackerdistel					
unbehandelt	5·45	−10·1%	32·4	(−)	kriechend. Wurzelstock,
mit 2,4-D	4·90		30·0		Größe je nach Alter
Plantago lanceolata					
unbehandelt	5·14	− 2·7%	35·1	(−)	mittelstarke
mit 2,4-D	5·00		27·6		Pfahlwurzel
Resistent:					
Winde					
unbehandelt	4·15	− 6·0%	16·9	(+)	kriechender
mit 2,4-D	3·90		21·9		Wurzelstock
Solanum nigrum					
unbehandelt	4·60	+ 2·2%	28·2	(+)	mittelstarke
mit 2,4-D	4·70		32·6		Pfahlwurzel
Huflattich					
unbehandelt	5·30	+13·2%	29·5	(+)	starker, kriechender
mit 2,4-D	6·00		43·5		Wurzelstock

[1]) Blattfläche einseitig genommen. Die Versuche wurden mit „Dicopur" (Stickstoffwerke Linz) durchgeführt.

Sechs Tage nach der Behandlung mit 2,4-D hatte sich tatsächlich bei empfindlichen Arten die Relation Trockengewicht/Oberfläche zum Teil ganz wesentlich verändert, und zwar in dem Sinne, daß auf die Einheit der Oberfläche nunmehr eine geringere Menge an Trockensubstanz entfiel. Es war also schon nach dieser kurzen Zeit eine sehr deutliche Trockensubstanzverminderung eingetreten, ein Verlust an Körpermasse, der sich in das Bild der „negativen Stoffbilanz" ganz klar einfügt.

Nun wird aber die Bezugsgröße des Sättigungsdefizites **(SD)**, der Sättigungswassergehalt **(SWG)**, bei der einmaligen Bestimmung in Prozent des Trockengewichtes ausgedrückt und auf Grund dieser Relation erfolgt dann die Berechnung des **SWG** für die verschiedenen **SD**-Bestimmungen. Es ist klar, daß bei Abnahme der Trockenmasse des Blattes infolge der 2,4-D-Behandlung der jeweils zugehörige errechnete **SWG** zu niedrig erscheinen muß. Je größer der eingetretene Verlust an Trockensubstanz bereits ist, desto stärker muß sich dies daher auch in Verminderung des **SD** ausprägen, das ja die Differenz zwischen diesem jeweils errechneten **SWG** und dem aktuellen **WG** des Blattes darstellt.

Der unerwartete Widerspruch zwischen Sättigungsdefizit und äußerlichem Welkungsgrad bei den empfindlichen Arten nach der 2,4-D-Behandlung erklärt sich also als Folge einer Änderung der Bezugsgröße „Trockengewicht". Der Umstand, daß mit zu niedriger Errechnung des **SWG** schließlich auch die Bezugsgröße des **SD** selbst kleiner wird **(SD** in Prozent des **SWG)** reicht offensichtlich nicht aus, um die starke Auswirkung der Trockensubstanzminderung auszugleichen.

Methodisch folgt daraus, daß bei Wasserhaushaltuntersuchungen an 2,4-D-behandelten Pflanzen als Bezugsgröße für den **SWG** bei der Bestimmung des **SD** nicht das Trockengewicht, sondern nur die Blattfläche verwendet werden kann. Bei der Berechnung der Transpiration hingegen fällt der Trockensubstanzverlust weniger ins Gewicht, da die Transpiration in Prozent des Frischgewichtes berechnet wird, von dem das Trockengewicht nur einen sehr geringen Teil ausmacht. Als Parallele und Kontrolle empfiehlt sich jedoch auch bei der Transpiration eine fallweise Berechnung auf die Blattfläche.

Bei dieser Untersuchung zeigte sich aber noch eine weitere bemerkenswerte Erscheinung:

Während bei empfindlichen Arten der erwähnte Trockensubstanzverlust schon innerhalb von sechs Tagen bis zu 30% betragen kann. ist er bei resistenten Arten entweder sehr gering oder es tritt sogar das Gegenteil ein, gleichsam als wollte die Pflanze nun alle Kräfte mobilisieren, um den Wettlauf zwischen Verbrauch und Produktion zu gewinnen. Dies deckt sich mit der im Freiland gelegentlich zu beobachtenden Erscheinung, daß eine für die betreffende Pflanze zu schwache

Dosis nach anfänglicher Schädigung sogar fördernd wirken kann! Bei der Bezeichnung „Resistent" und „Empfindlich" handelt es sich sicher nur um Intensitätsunterschiede einer im Grunde gleichartigen physiologischen Wirkung, wobei jedoch, wie bei vielen Wuchsstoffen, ein gewisser „Umschlagspunkt" vorhanden ist; bekanntlich gehört 2,4-D zu jenen Wuchsstoffen, die in niedriger Konzentration auch positive Wirkungen entfalten (Linser, 1951). Der Umschlagspunkt nach der negativen Seite liegt eben bei resistenteren Arten erst bei einer höheren Konzentration, ist aber außerdem sicher noch vom Entwicklungszustand der betreffenden Pflanze (Alter, Wurzelreserven, s. Tabelle 2!) sowie auch von den herrschenden Umweltbedingungen abhängig.

Gerade bei der 2,4-D-Wirkung zeigt es sich immer wieder, daß nicht nur ein oder zwei Faktoren für die Resistenz maßgebend sind, sondern daß stets der lebende Organismus in seiner Ganzheit und in seiner natürlichen Umwelt betrachtet werden muß!

3. Aufsättigungsvermögen resistenter und empfindlicher Arten nach der 2,4-D-Behandlung

Anläßlich dieser Untersuchung ergab sich noch eine weitere interessante Beobachtung. Läßt man die Blätter 2,4-D-behandelter Pflanzen und die nicht behandelter Kontrollpflanzen 48 Stunden aufsättigen und berechnet den SWG gleichfalls — anstatt auf Trockengewicht — auf die praktisch unveränderliche Einheit der Blattfläche, so ist der SWG bei empfindlichen Arten nach der 2,4-D-Behandlung deutlich niedriger geworden, bei resistenten Arten hingegen gesteigert (vgl. Tabelle 2). Das heißt mit anderen Worten, die empfindlichen Pflanzen konnten nach der 2,4-D-Behandlung auch bei bester Wasserversorgung (Aufsättigung im feuchten Raum) nicht mehr ihren vollen Turgeszenzgrad erreichen! Dies ist eine Erscheinung, die wir auch von Untersuchungen der Trockenschäden her kennen, bei denen das Nichterreichen des „Solls" an maximalem Wassergehalt (SWG) eine bereits beginnende plasmatische Schädigung anzeigte, bevor äußerlich überhaupt Dürreschäden sichtbar waren. (Höfler, Migsch, Rottenburg, 1941).

Die Ursache dürfte bei der 2,4-D-Schädigung allerdings anderer Natur sein. Irgendeine Veränderung oder Hemmung der Wasserpermeabilität des Protoplasmas tritt nach den Untersuchungen von Guttenberg und Meinl durch 2,4-D nicht ein. Eher ist hier wahrscheinlich, daß durch die Erschöpfung an osmotisch wirksamen Stoffen infolge der 2,4-D-Wirkung die Saugkraft nicht mehr für die volle Aufsättigung ausreicht. Bei resistenten Arten zeigte sich das Gegenteil, nämlich eine — zum Teil sehr beträchtliche — Steigerung des Sättigungswassergehaltes.

4. 2,4-D-Wirkungen auf die Stomatabewegung

Im Anschluß an obige Untersuchung der Blattmasserelationen wurde auch die bei den Transpirationstagesgängen festgestellte Hemmung im Öffnungsmechanismus der Stomata an einer weiteren Anzahl von Pflanzen untersucht. Tabelle 3 zeigt Infiltrationsproben an einem Tag mit gleichmäßig dichter Bewölkung, an dem eventuelle artspezifische Unterschiede in der Transpirationsintensität nicht ins Gewicht fielen (Methodik der Infiltrationsmessungen, vgl. Repp, 1951).

Empfindliche Pflanzen zeigten schon am Vormittag stets das bekannte Bild einer ganz beträchtlich geringeren Öffnungsweite der Stomata als Folge der 2,4-D-Behandlung. Am Nachmittag sind hier trotz der gemäßigten Evaporationsbedingungen die Stomata der 2,4-D-behandelten Pflanzen meist schon völlig geschlossen. Nur bei den Kleearten zeigt sich am Nachmittag eine gewisse Angleichung, die vermutlich auf einer Erschöpfung der Wasserreserven bei diesen stets sehr stark transpirierenden Pflanzen beruht.

Tabelle 3

Infiltrationsproben 6 Tage nach Spritzung mit 0·2% 2,4-D

Pflanze	10 Uhr unbehandelt	10 Uhr mit 2,4-D	15 Uhr unbehandelt	15 Uhr mit 2,4-D
Empfindlich:				
Sommerraps	40	10	41	0
Franzosenkraut	26	0	0	0
Wicke	10	0	7	0
Artemisia campestris	39	22	38	0
Cirsium arvense	40	19	29	0
Potentilla anserina	41	0	41	0
Plantago major	41	11	38	26
Chenopodium	40	12	16	5
Rotklee	35	13	24	21
Luzerne	17	7	21	17
Weißklee	22	12	21	19
Resistent:				
Lein	2	0	12	12
Galium mollugo	7	7	5	5
Silene inflata	20	18	—	—
Solanum nigrum	41	36	24	24
Lolium perenne	14	0	10	0
Dactylis glomerata	28	9	8	0

Bei den resistenten Arten war der relative Unterschied zwischen behandelt und unbehandelt in der Stomataöffnungsweite, soweit überhaupt vorhanden, wesentlich geringer und glich sich am Nachmittag völlig aus. Nur die hier untersuchten Gräser zeigten diesbezüglich ein Verhalten, das dem der empfindlichen Dikotylen ähnelt, während z. B. Hafer sich wie die resistenten Arten verhalten hatte. Bisher ist die verschiedene Empfindlichkeit der Gräser noch zu wenig untersucht. Praktische Versuche, die im Zusammenhang mit der Erprobung von 2,4-D-Präparaten seit drei Jahren laufen, zeigten jedoch mit Sicherheit, daß es innerhalb der Gräser ebensolche Abstufungen in der 2,4-D-Empfindlichkeit gibt wie bei den Dikotylen; demgemäß sind auch ähnliche physiologische Reaktionen zu erwarten. Bei den Gräsern liegt nur die allgemeine Empfindlichkeitsgrenze höher als bei den dikotylen Pflanzen.

Zusammenfassung

1. Untersuchungen der Blattdimensionsquotienten 2,4-D-empfindlicher und -resistenter dikotyler Pflanzen zeigten bei den empfindlichen Arten schon kurze Zeit nach der 2,4-D-Behandlung eine deutliche Abnahme der Trockensubstanzmasse der Blätter. Bei Messungen von Sättigungsdefizit und Transpiration empfiehlt es sich daher, als Bezugsgröße nicht das Trockengewicht, sondern die Blattfläche zu wählen.
2. Die Blätter empfindlicher Pflanzen können nach der 2,4-D-Behandlung auch bei günstigsten Aufsättigungsbedingungen nicht mehr ihren vollen Turgeszensgrad erreichen.
3. Die unter 1 und 2 genannten Erscheinungen sind bei resistenten Pflanzenarten entweder nur ganz schwach ausgeprägt oder verlaufen überhaupt in gegenteiliger Richtung. Es wird darauf hingewiesen, daß sich hier eventuell der Umschlagspunkt der Wuchsstoffwirkung von Hemmung zu Förderung morphologisch und ökologisch auswirkt, wobei jedoch nicht nur artspezifische Konstitution, Alter und Reserven der Pflanze, sondern auch die herrschenden Umweltsbedingungen von mitbestimmendem Einfluß sein können.
4. Infiltrationsproben zeigten, daß bei empfindlichen Pflanzen nach der 2,4-D-Behandlung starke Hemmungen in der Öffnungsbewegung und zu späterer Tageszeit zum Teil völliger Verschluß der Stomata eintritt, wodurch die Substanzproduktion (Wasserdurchströmung, Assimilation) sehr beeinträchtigt wird. Die untersuchten Gräser verhalten sich verschieden; innerhalb dieser Pflanzengruppe sind — bei einer allerdings allgemein höheren Empfindlichkeitsgrenze — ebensolche Resistenzabstufungen vorhanden wie bei den Dikotylen.

Summary

1) The weight of dry substance of leaves of susceptible plants is decreasing soon after treatment with 2,4-D. It can be concluded that by comparing 2,4-D-treated with untreated plants saturation deficit and transpiration only can be related to lamina.

2) After treatment with 2,4-D leaves of susceptible plants cannot get their full degree of turgescence, even not under favourable conditions.

3) 2,4-D-resistant plants show only little loss of dry substance and turgescence, even a contrary reaction is possible.

4) After 2,4-D-treatment of susceptible plants the opening movements of stomata are inhibited and so a complete closing of stomata is possible.

5) Grasses — which are generally less susceptible — show distinct differences in resistance against 2,4-D.

Literatur

Meinl, H. und Guttenberg, H. v. (1952): Über den Einfluß von Wirkstoffen auf die Permeabilität des Protoplasmas, III. u. IV. Mitt., Planta, Bd. 41. S. 167—189.

Höfler, K., Migsch, H., Rottenburg, W. (1941): Über die Austrocknungsresistenz landwirtschaftlicher Kulturpflanzen, Forschungsdienst, Bd. 12, S. 50—61.

Linser H. (1951): Ergebnisse und Probleme der pflanzlichen Wuchsstofforschung. Verh. der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft Wien, Bd. 92. S. 199—224.

Repp, G. (1951): Kulturpflanzen in der Salzsteppe. Experimentell ökologische Untersuchungen zur Salzresistenz verschiedener Nutzpflanzen. Die Bodenkultur, Bd. 5, S. 249—294.

Repp, G. (1952): Zur Kenntnis der Selektivwirkung von 2,4-D-Verbindungen I. Physiologische Reaktionen resistenter und empfindlicher Pflanzen und ihre ökologische Auswirkung. Pflanzenschutzberichte, Bd. IX. S. 161—181.

Stocker, O. (1929): Das Wasserdefizit von Gefäßpflanzen in verschiedenen Klimazonen. Planta. Bd. 7. S. 382—387.

Zum Schadauftreten von Rhynchites bacchus L.

Von

O. Jancke

Landesanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau, Neustadt/Weinstr.

In der Zeitschrift „Der Pflanzenarzt" berichtete kürzlich Böhm (1954) über das zunehmende Schadauftreten von Rhynchites bacchus in Österreich. Sie fand den Käfer vor allem an Äpfeln und Aprikosen, selten an Birnen, Kirschen und Pflaume. Etwas früher veröffentlichte Freediani (1952) eine — nach dem mir nur bekannten Referat — ausführliche Arbeit über den gleichen Fruchtschädling, der nach diesem Forscher in Italien vor allem an Pflaumen und Äpfeln vorkommt. Ihm verdanken wir die Feststellung, daß sich an die Überwinterung der in den Boden eingedrungenen reifen Larven noch eine Übersommerung anschließt und erst hiernach die Verpuppung erfolgt. Nach einer Puppenruhe von 5 bis 7 Tagen verlassen die Jungkäfer den Boden und

Abb. 1. Im Herbst von Rhynchites bacchus ausgefressene Knospen

bringen nun den folgenden Winter in Rindenrissen ihrer Wirtsbäume zu. Beide Autoren berichten zwar über den Reifungsfraß der Käfer vor der Eiablage, der im Anbohren von Knospen zum Ausdruck kommt, nicht aber über einen herbstlichen Fraß, der vor allem den Fruchtknospen gilt. Ich berichtete über ein bemerkenswertes Schadauftreten von Rh. bacchus im Herbst 1937 an jungen Kirschbäumchen, an denen der größte Teil (bis 94%) der Fruchtknospen zerstört wurde (Abb. 1). Ich kann jetzt annehmen, daß es sich damals um den Fraß von frischgeschlüpften Jungkäfern (Abb. 2) gehandelt hat.

Bei unseren Obstmadenuntersuchungen, bei denen wir uns zur Beschaffung von Madenmaterial der bekannten Fanggürtel (Abb. 3) bedienten, fanden wir in Apfelpflanzungen fast stets auch die schönen

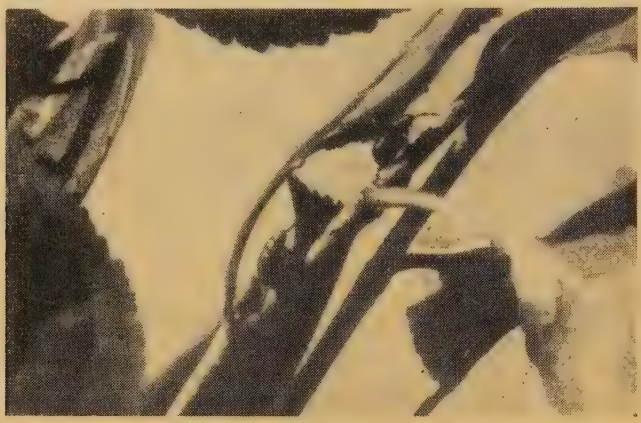


Abb. 2. Jungkäfer (?) an Kirschen

dunkelroten Käfer unter den Fanggürteln vor, so vor dem Krieg über 20 und später in einem Fall sogar über 30 Stück unter einem Gürtel. Ich machte damals auf wahrscheinliche Zusammenhänge zwischen dem Auftreten von Rh. bacchus und der Moniliafäule an Äpfeln aufmerksam. Unsere 1938 begonnenen Untersuchungen zur Lebensweise der Käfer fanden durch den zweiten Weltkrieg leider ein vorzeitiges Ende.

Bei unseren Bekämpfungsversuchen stellte sich **Arsen** als nicht tauglich heraus, während mit **Derris** im Labor gute Erfolge erzielt werden konnten. Jetzt werden von Böhm und Frediani vor allem **DDT-**, daneben auch **Hexa-** und **Parathionmittel** vor der Fruchtbildung empfohlen und man wird damit gewiß zum Ziel kommen. Ich möchte aber im Hinblick auf die Erfahrungen, die wir mit Fanggürteln machten, empfehlen, diese einfache mechanische Bekämpfungsmethode mit anzuwenden, die übrigens auch Frediani in seiner Arbeit erwähnt. Die Gürtel werden an Äpfeln zur gleichzeitigen Bekämpfung der Obstmade

bei Auftreten nur einer Generation Anfang Juli und bei zwei Generationen erneut Anfang August angelegt und etwa Ende Oktober abgenommen.

Abb. 3. Obstmadenfanggürtel, die sich auch zum Fang von Rhynchites bacchus eignen

Summary

In 1937 heavy damages on buds of young cherry trees caused by Rhynchites bacchus L. were reported. By occasion of investigations on Carpocapsa pomonella a lot of beetles of that pest were found under bends bended around the trunk of fruit trees. It is recommended to improve the chemical control by applying this mechanical control measure.

Literatur:

Böhm, H. (1954): Ein Schädling breitet sich aus. — Der Pflanzenarzt 7, Nr. 3.

Frediani, D. (1952): Contributo alla conoscenza del Rhynchites bacchus L. (Coleoptera-Curculionidae). — Boll. Lab. Ent. agr. Portici 11. pp. 109—148. Ref. in: Review of applied Entomology, A, Vol. 41. no. 12, 395, 1953.

Jancke, O. (1940): Knospenschäden durch Rhynchites bacchus L. — Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst Nr. 4.

Referate

Maier-Bode (F. W.) und Heddergott (H.): **Taschenbuch des Pflanzenarztes 1954.** 3. erweiterte Folge. Landwirtschaftsverlag G. m. b. H., Hiltrup bei Münster/Westf., 1953, 415 Seiten.

Die Vielfalt, Verzweigtheit und Intensität der Pflanzenschutzforschung und darauf fußend die rasche Entwicklung der Pflanzenschutztechnik erschwert es dem praktischen Pflanzenarzt, seine Kenntnisse auf dem neuesten Stand zu erhalten. Das „Taschenbuch des Pflanzenarztes" ist vor allem für den Praktiker in der Pflanzenschutzberatung ein wertvolles Hilfsmittel, das rasche Orientierung über die wichtigsten Fragen des Pflanzenschutzes gestattet. Von besonderem Wert dürften die Übersichten über die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge in den verschiedenen Sparten des Pflanzenbaues sein, denen auch Zusammenstellungen der Vorrats-, Textilien- und Holzschädlinge angeschlossen sind. Wertvolle Winke für die praktische Pflanzenschutzarbeit findet man in den „speziellen Arbeitsanweisungen". Sie geben Auskunft über das Ansetzen von Spritzbrühen, über die Dosierung von Pflanzenschutzmitteln bei verschiedenen Konzentrationen und Spritzenbehältern, über die Spritzbrühmengen und Spritzbrühkonzentrationen bei Feldbehandlungen, die Behandlung des Saatgutes und des Bodens. Besondere Kapitel sind den Spritzplänen für den Obstbau, den Pflanzenschutzmitteln und Pflanzenschutzgeräten gewidmet. Im folgenden Kalendarium finden wir Hinweise für aktuelle wichtige Pflanzenschutzarbeiten. Ein jedem im landwirtschaftlichen Beratungs- und Förderungsdienst tätigen Pflanzenschutzfachmann zu empfehlendes Büchlein. F. Beran

Anleitung zur Bestimmung und Bekämpfung der wichtigsten Schädigungen der Kulturpflanzen. I. Ackerbau. Biologische Zentralanstalt Berlin-Kleinmachnow der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, 1953. 99 Seiten.

Das Büchlein, in handlichem Taschenformat, soll „keine Fachbücher, Sammelwerke und einzelne Darstellungen über Pflanzenkrankheiten und Schädlinge ersetzen, sondern lediglich als erste Hilfe bei der Erkennung der wichtigsten Schädigungen unserer Kulturpflanzen dienen". Diesem Zweck vermag es sicherlich gut zu entsprechen, wie auch aus der bereits notwendig gewordenen Neuauflage der ersten Auflage hervorgeht. Einleitend wird ein Bewertungsschema der Stärke des Auftretens von Schädlingen und Krankheiten gegeben, das offenbar in erster Linie für Pflanzenschutzberichterstatter bestimmt ist. Einem kurzen Abschnitt über Bekämpfungsmethoden und -mittel folgt die Besprechung der wichtigsten Schadensursachen im Feldbau. Es werden unterschieden allgemeine Schäden, Schäden an Getreide, an Kartoffeln, an Rüben, an Futterpflanzen und an Öl- und Faserpflanzen. Die Darstellung ist knapp und arbeitet — ebenso wie die 45 Schwarz-weiß-Abbildungen — das Wesentliche klar heraus. Einige kleine Ergänzungen, bzw. Änderungen wären jedoch unseres Erachtens angezeigt; so etwa werden für die Blattlausbekämmpfung nur allgemein „neue Berührungsmittel" empfohlen, die Schwarze Rübenblattlaus fehlt, als Mittel gegen Erdraupen wird nur DDT angeführt, die für die Niederhaltung von Pilzkrankheiten an Getreide wichtige Sortenwahl wird nicht berücksichtigt. Ein bio-phänologischer Kalender orientiert über die Entwicklung einiger wichtiger Feldschädlinge im Jahresablauf und soll zu eigenen Beobachtungen anregen. Das Taschenbuch schließt mit einem Verzeichnis der Pflanzenschutz-Institutionen in der DDR und einem Sachverzeichnis. O. Schreier

The Ministry of Agriculture and Fisheries by Her Majesty's Stationery Office: **Diseases and Pests on Horticultural Planting Material — A Guide to their Recognition. (Krankheiten und Schädlinge an gärtnerischem Pflanzmaterial — ein Führer zu ihrer Erkennung).** 1. Aufl. 1953.

Die Aufgabe dieses vom Laboratorium für Pflanzenpathologie des Ministry of Agriculture and Fisheries herausgegebenen und von P. Aitkenhead und J. A. Tomlinson zusammengestellten Büchleins wird in der Überschrift zum Hauptteil gekennzeichnet: „Plant Inspection Handbook" — Handbuch für die Pflanzenverkehrskontrolle. „Den mit der Ein- und Ausfuhrkontrolle beauftragten Beamten sind die Krankheiten und Schädlinge an den in Kultur stehenden Pflanzen gut bekannt, die Erkennung derselben an den in den Handel gelangenden mehr oder weniger ruhenden Pflanzenmaterialien (wie Stecklingen, Setzlingen, Zwiebeln, Knollen, Rhizomen u. dgl.) bereitet dagegen in der Regel nicht unbedeutende Schwierigkeiten", sagt Direktor W. C. Moore in seinem einleitenden Vorwort. Auf diesem Gebiet im Sinne der Internationalen Pflanzenschutzkonvention Aufklärung zu schaffen, ist der vornehmste Zweck der vorliegenden Schrift. Dieser Aufgabe wird kein „Handbuch" im üblichen Sinn und Format gerecht. Es bedarf einer konzentrierten Broschüre, die dem Pflanzenbeschaubeamten dort als Ratgeber zur Seite steht, wo er ihn am nötigsten hat: in den Gärtnereien, Zollämtern, Lagerhäusern und auf den Bahnhöfen, wo Importe und Exporte abgefertigt werden. Wenn hier auf 36 Seiten ein gediegenes Nachschlagebüchlein vorliegt, in dem unter nach alphabetischer Reihenfolge geordneten Pflanzenarten die jeweils in Frage kommenden Krankheiten und Schädlinge mit ihrer englischen Vulgärbezeichnung und dem lateinischen Fachausdruck angeführt und in meisterhafter Kürze charakterisiert werden, kann man dieses Ziel wohl als erreicht bezeichnen. Die Auswahl der Pflanzen ist ebenfalls auf die Belange der Gesundheitskontrolle abgestimmt. Neben Obst und Obstgehölzen sind vorwiegend Zierpflanzen berücksichtigt. Die phytosanitär unwichtigen Gemüsepflanzen blieben weitgehend unberücksichtigt. Es ist besonders vermerkt, wenn Krankheiten oder Schädlinge in Großbritannien nicht heimisch sind. Bekämpfungshinweise sind, in diesem Rahmen überflüssig, nicht enthalten. Besonders hervorzuheben sind schließlich 83 auf 20 Tafeln gut wiedergegebene photographische Abbildungen, die ein sehr lebendiges Anschauungsmaterial vermitteln. O. Böhm

Biolog. Zentralanstalt Berlin-Kleinmachnow der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin: **Anleitung zur Bestimmung und Bekämpfung der wichtigsten Schädigungen der Kulturpflanzen II.** Gemüse- und Obstbau. 1953.

Die nun auch vom Pflanzenschutzdienst der DDR neu aufgelegte Broschüre über Krankheiten und Schädlinge im Gemüse- und Obstbau lehnt sich in ihrem Aufbau eng an das bewährte Muster der älteren Ausgaben der ehemaligen Biologischen Reichsanstalt an. Die Übersicht über die neuzeitlichen Bekämpfungsmittel im Abschnitt „Bekämpfungsmaßnahmen" ist sehr kurz gehalten und beschränkt sich im Fungizidteil auf Kupfer-, Schwefel- und Schwefelbariumpräparate und die organischen Fungizide für die Schorfbekämpfung im Obstbau. Unter den modernen Insektiziden vermißt man unter anderem die gegen verschiedene Bodenschädlinge wirksamen Chlordanpräparate. Beim Vergleich der beiden Hauptteile Gemüsebau und Obstbau fällt auf, daß die neuen Bekämpfungsmittel im ersten Abschnitt überraschenderweise mehr Würdigung finden als im zweiten. So werden zur Bekämpfung der Obstbaumspinnmilbe nur Schwefelkalkbrühe und schwefel- und nikotin-

haltige Handelspräparate, gegen Obstbaumsplintkäfer nur Kulturmaßnahmen, gegen Holzbohrer an chemischen Bekämpfungsmöglichkeiten nur das Einführen von Schwefelkohlenstoff in die Bohrlöcher, gegen den Apfelblütenstecher neben der Gesarolbehandlung im Frühjahr auch noch die späte Winterspritzung mit Gelbspritzmittel, gegen Pflaumenwickler Nikotinseifenlösung gegen die hauptsächlich schädliche zweite Generation, gegen die Kirschfruchtfliege nur Kulturmaßnahmen und gegen die Stachelbeermilbe nur Schwefelkalkbrühe in Winter- und Sommerkonzentration empfohlen. Unklar ist z. B. die Empfehlung von „Berührungsgiften" und „Wofatox" gegen Obstbaumblattläuse, wenn im einleitenden allgemeinen Teil unter Berührungsgiften neben Hexapräparaten und sonstigen organischen und organisch-synthetischen Insektiziden auch DDT-Präparate angeführt werden, die Parathion-Mittel jedoch ausdrücklich als „E-Präparate" (ohne weitere Nennung spezieller Handelsprodukte) bezeichnet sind. Unter den neu aufgenommenen Schädlingen befindet sich der Weiße Bärenspinner. Neu ist auch der im Anhang beigeschlossene Bio-phänologische Kalender, der die Entwicklungsdauer der wichtigsten Schädlinge des Gemüse- und Obstbaues nach Klemm darstellt. So wertvoll derartige Übersichten für die rasche Orientierung sein mögen, so sollte in diesem Zusammenhang doch stets darauf hingewiesen werden, daß die in den Tabellen angeführten Daten für den Einzelfall nur grobe Annäherungswerte sein können, die die Praxis von eigenen Flugbeobachtungen zur Ermittlung der günstigsten Spritztermine nicht entbinden können. Eine Übersicht über die Pflanzenschutzdienststellen der DDR und der Westdeutschen Bundesrepublik und ein Sachverzeichnis beschließen das handliche Bändchen. O. Böhm

Aeberli, Jak., **Organisierte Bekämpfung der Hagelbildung.** Selbstverlag, Winterthur-Wülfingen, Schweiz, 1953, 61 Seiten.

Die Hagelabwehr mittels Sprengraketen ist derzeit noch recht umstritten. Es ist daher gewiß nicht ohne Interesse, wenn ein Praktiker auf diesem Gebiete seine 25jährigen Erfahrungen zusammenfaßt und der breiten Öffentlichkeit zugänglich macht. — Nach einer kurzen historischen Übersicht über das Hagelschießen, werden die derzeit in der Schweiz für die Bekämpfung der Hagelbildung verwendeten Raketentypen (Steighöhe je nach Type 700 bis 1100 m), die Abschußgeräte sowie Anwendung der Raketen und deren vermeintliche Wirkung besprochen. Hiebei werden manche zum Nachdenken anregende Fragen über Gewitter und Hagelbildung behandelt.

Der Hauptteil des Büchleins befaßt sich mit der zentral gesteuerten Organisation („Schweizerische Zentralstelle für Rapport und Meldewesen") der Hagelabwehr in der Schweiz, deren Aufgabenkreis, Aufgabenteilung und Tätigkeit umrissen wird. Die Broschüre ist zweifellos auch für jene lesenswert, die der Hagelabwehr mit Explosivraketen ablehnend gegenüberstehen und eher die Möglichkeit einer Bekämpfung der Hagelbildung auf anderer Basis, z. B. unter Verwendung von Silberjodid, immerhin für denkbar halten. R. Fischer

Schneider, A., **Anleitung zur Abschätzung von Hagelschäden.** Deutscher Bauernverlag Berlin, 1953, 79 Seiten.

Das vorliegende Büchlein ist ein Wegweiser für die Hagelschadenabschätzung, der sich in erster Linie an den Schätzernachwuchs wendet, aus dem aber auch der erfahrene Schätzer wertvolle Anregungen schöpfen kann. Von den sechs Abschnitten werden besonders zwei: Die Technik der Hagelschadenschätzung und Hagelschäden bei den einzelnen Kulturen ausführlicher behandelt. Im ersteren werden wertvolle Fin-

gerzeige an Hand von praktischen Beispielen für den Schätzvorgang gegeben, im zweiten die durch Hagel verursachten Schadensbilder gekennzeichnet und mit ähnlich aussehenden, nichtparasitären und parasitären Krankheiten und Schädigungen in Vergleich gesetzt, wobei im letzteren Fall ergänzend auch auf die bekannten farbig bebilderten Hilfsbücher für die Hagelabschätzung von Schlumberger hingewiesen wird. R. Fischer

Fjelddalen (J.): **Insecticidal smokes against insect pests in greenhouses. (Räucherungen mit neuartigen Insektiziden gegen Schädlinge in Gewächshäusern).** Norweg. Plant Prot. Inst. Bull 6, 1951.

Es wird über Gewächshausräucherungen berichtet, die unter den üblichen Bedingungen im Winter bei Gewächshaustemperaturen von 10 bis 27 Grad Celsius durchgeführt wurden. DDT-Rauch und E 605-Räuchertabletten waren bei einmaliger Anwendung bei völliger Pflanzenunschädlichkeit gegen Heliothrips haemorrhoidalis an Cyclamen, Saintpaulia und Phyllitis gut wirksam. Gegen Trialeurodes vaporariorum genügten 2 Räucherungen in Abständen von 3 Tagen mit DDT und maximal 3 Räucherungen mit E 605. Pelargonien- und Tomatenpflänzlinge wurden leicht geschädigt. Blattläuse ließen sich mit 1 bis 2 DDT/Hexa-, Hexa- oder Parathionräucherungen gut bekämpfen; am meisten geschützt sind Läuse, die enger von Blattwerk umgeben sind und in Blüten saugende Tiere. Eine DDT/Hexa-Räucherung war praktisch wirkungslos gegen Tarsonemus an Cissus antarctica und Hedera helix. Gammexan, 13% Rein-Gamma enthaltend, war dagegen erfolgreich. Die Wirkung gegen Spinnmilben war gering. E 605-Räuchertabletten wirkten gegen Tarsonemus etwas weniger gut. Die Bekämpfung der Spinnmilben (Tetranychus althaeae) gelang mit Azobenzol-Räuchergeneratoren; die Pflanzenverträglichkeit kann in diesem Falle noch nicht eindeutig beurteilt werden. E 605-Räuchertabletten erzielten 94 bis 99% Abtötung ohne Ovizidwirkung. O. Böhm

Fjelddalen (J.): **Systemic insecticides control of pests on fruit trees, small fruits and ornamentals. (Schädlingsbekämpfung mit systemischen Insektiziden an Obstbäumen, Beerenobst und Zierpflanzen).** Norweg. Plant Prot. Inst. Bull. 8, 1953. (Engl. Zsmfssg.).

Nach einer Übersicht über die Erfahrungen mit Pestox III und zwei weiteren Schradan-Präparaten, Isopestox und Systox in 0·1, 0·1 und 0·05%iger Konzentration gegen Spinnmilben, verschiedene Blattlausarten, Lyonetia clerckella und Hoplocampa minuta — gegen die beiden letzteren Schädlinge wurde nur mit Systox eine einigermaßen gute Wirkung erzielt — im Obstbau, interessieren folgende Ergebnisse gegen Schädlinge an Zierpflanzen. Die ausgedehnten Versuche gegen Spinnmilben und Blattläuse in Gewächshäusern bestätigen die bisherigen Erfahrungen mit den innertherapeutisch wirksamen Präparaten. Spritzbehandlungen mit Pestox III und Systox gegen Parathion-resistente Spinnmilben an Rosen hemmten die Vermehrung wirksam. Bodenbehandlungen mit den gleichen Präparaten gegen Pseudococcus maritimus Ehrh. und Lecanium hesperidum L. blieben wirkungslos, dagegen waren Spritzungen oder Eintauchen der befallenen Pflanzen in Systox-Lösungen sehr gut wirksam, vorausgesetzt, daß die Behandlungen mehrmals wiederholt wurden. Alle drei Innertherapeutica brachten gegen Eriophyes violae Nal. nur sehr geringe Erfolge. Aussichtsreich erscheint die Anwendung dieser Mittel gegen Phytomyza atricornis Meig. und Phorellia artemisiae F. an Chrysanthemen. Gute Wirkung erzielten auch zwei Tauchbehandlungen mit Systox gegen Ditylenchus dipsaci Fil.

an Topfpflanzen von Hydrangea. Im allgemeinen waren die Schradan-Produkte im Winter nicht besonders gut wirksam, während Systox sich als von der Anwendungszeit unabhängig erwies. Im Winter spielt bei der Anwendung der Innertherapeutica für die Wirksamkeit neben der Pflanzenart, dem Pflanzenalter, der Temperatur und der Bodenart auch die Tageslänge und die Lichtintensität eine Rolle. Die Präparate bewiesen sehr gute Pflanzenverträglichkeit. O. Böhm

Schäfer (R.): **Beitrag zur Anwendung von PCPBS in der Spinnmilbenbekämpfung.** Anz. f. Schädlgskde., XXVI. Jahrg., 1953, 180—182.

Die Spinnmilben haben sich in den europäischen und außereuropäischen Ländern innerhalb der letzten Jahre sehr stark vermehrt und bedeutende Schäden verursacht. Das Interesse der Mittelforschung wurde daher auf die Entwicklung spezifischer Ovizide und Akarizide gelenkt. Verfasser berichtet über die sehr guten Erfolge die mit PCPBS-parachlorphenyl benzene sulphonate gegen Spinnmilben erzielt wurden. Das Versuchspräpartat Murvesco der Murphy Chemical Company erwies sich bei einer Anwendungskonzentration von 0·125% bis 0·15% gegen Sommereier der Roten Spinne und gegen einen hohen Prozentsatz von Larven und einem geringeren Anteil von erwachsenen Tieren als sehr gut wirksam. Auch wurde durch die Einwirkung von PCPBS eine Sterilität der Weibchen festgestellt. PCPBS das nach den bisherigen Untersuchungen in der Dampfphase zu wirken scheint, ist mit den meisten Insektiziden und Fungiziden mischbar und überdies praktisch ungiftig für Warmblütler. Ferner verfügt PCPBS über ein gewisses Eindringungsvermögen, so daß bei einer separaten Blattoberseitenbehandlung auch die Eier auf der Blattunterseite abgetötet werden. Die Residualwirkung ist mindestens 14 Tage, doch konnten in Freilandversuchen, die in England durchgeführt wurden, Obstbäume auch bis zu 3 Monate befallsfrei gehalten werden. Die in England und Italien durchgeführten phytotoxischen Untersuchungen ergaben, daß bei verschiedenen Obstsorten Schäden nach erfolgter Bespritzung mit PCPBS in Form von Sprüngen und Rissen an den Früchten auftraten. Im Gartenbau erwiesen sich besonders die Cucurbitaceen als gefährdet.
H. Böhm

Frediani (D.): **Contributo alla conscenza del Rhynchites bacchus L. (Coleoptera-Curculionidae). (Ein Beitrag zur Kenntnis von Rhynchites bacchus L.)** Mit engl. Zusammenfassung. Boll. Lab. Ent. agr. Portici **11,** 109—148. Ref nach RAE, Vol. **41,** 1953, 395.

Der Verfasser beschreibt alle Entwicklungsstadien, die Verbreitung und die Wirtspflanzen von Rhynchites bacchus und gibt einen Bericht über die in den Jahren 1948—1951 in Italien durchgeführten Untersuchungen. Besonders in der Provinz Pisa verursachte dieser Rüsselkäfer bemerkenswerte Schäden an Apfel- und Pflaumenbäumen. Im Jahre 1949 waren nicht weniger als 60 bis 70% dieser beiden Fruchtarten befallen gewesen. Die überwinternden Käfer wurden in den Beobachtungsjahren erstmals zwischen dem 10. März und dem 6. April gesehen und schädigten an Knospen, Blättern und besonders an jungen Früchten. Das Käferweibchen legt die Eier einzeln in die Fruchtlöcher ab, bis zu 5 Eier je Frucht konnten gezählt werden. Die Eiablage dauert von April bis Juli, die Eizahl pro Weibchen beträgt bis zu 60 Stück. Nach 7 bis 10 Tagen schlüpfen die Larven, die ins Fruchtinnere vordringen und sich von den Samen ernähren. Die befallenen Früchte fallen ab oder mumifizieren an den Bäumen. Die voll erwachsene Larve überwintert in der abgefallenen Frucht oder in einem

Kokon im Boden und bleibt in Diapause bis zu Ende des folgenden Sommers, erst dann erfolgt die Verpuppung im Boden. Das Puppenstadium dauert 20 Tage und die Jungkäfer überwintern dann unterhalb loser Rindenschuppen oder in anderen Rindenverstecken. Zur Bekämpfung sollen die befallenen Früchte eingesammelt und vernichtet werden. Durch Fanggürtel kann eine große Zahl von Käfern abgefangen werden. DDT-Präparate erwiesen sich sowohl im Laboratoriumsversuch als auch im Freiland als wirksam gegen die Käfer. H.Böhm

Kloft (W.): **Auffälliger Schadfraß von Cetonia aurata L. an reifen Kirschen.** Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst., **5**, 1953, 184.

Der Rosenkäfer, Cetonia aurata L., war bisher nur als Nektar- und Pollenfresser bekannt, der aber auch gerne ausfließende Baumsäfte aufnahm. Neu ist es aber, daß er auch Früchte angreift. Dies konnte in einem Obstbaugebiet in der Nähe von Würzburg beobachtet werden, das seit Jahren auch von Tropinota hirta sehr heimgesucht wird. In den letzten drei Jahren wurde dort auch Cetonia aurata durch Befressen der Süßkirschen schädlich. Besonders wurde die Sorte „Weiße spanische Knorpelkirsche" angegriffen. Es saßen die Käfer oft zu mehreren an den Früchten und bohrten sich förmlich in die Früchte ein, die sie bis auf den Kern aushöhlten. Vermutlich sind die Bodenverhältnisse dieses Gebietes (lehmiger Sand) für die Entwicklung der Engerlinge von Cetonia aurata und Tropinota hirta besonders gut geeignet.

H. Böhm

Summers (F. M.) & Baker (G. A.): **A procedure for Determining relative densities of brown almond mite populations on almond trees. (Ein Verfahren zur Bestimmung der relativen Populationsdichte der braunen Spinnmilbe an Mandelbäumen).** Hilgardia **21**, 369—382.

Die Verfasser beschreiben ein neues Verfahren zur Bestimmung der relativen Populationsdichte von Bryobia praetiosa Koch an Mandelbäumen. Da es, infolge der Eigenart dieser Spinnmilbe an den Blättern und Zweigen hin und her zu wandern, nicht möglich ist, durch Auszählung der Tiere an einer bestimmten Anzahl von gepflückten Blättern genaue Vergleichswerte zu erhalten, wird folgende Methode vorgeschlagen: Von einer bestimmten Anzahl von Bäumen werden in bestimmter Höhe eine bestimmte Menge gleichlanger Zweige abgeschnitten. Hierauf werden die Milben nach genauer Vorschrift von den Blättern durch Schütteln und von den Zweigen durch Aufstoßen der Zweigenden, auf ein Blatt weißes Papier gebracht und ein zweites Blatt Papier darübergelegt. Durch Ausübung eines leichten Druckes auf das Papier wird ein haltbares Milbenquetschmuster hergestellt, das einen guten Vergleich für die Populationsdichte ermöglicht. H. Böhm

Speyer (W.): **Honigbiene an Weizenähren.** Ztschft. Pflzkrkh. Pflschtz. **61**, 1954, 17—18.

Alljährlich werden die Randparzellen eines Getreideversuchsfeldes in Kitzeberg bei Kiel vom Zeitpunkt der Milchreife der Ähren an stark von Sperlingen heimgesucht. Erstmals konnte im Jahre 1953 festgestellt werden, daß die durch Vogelfraß geschädigten Weizenähren von zahlreichen Honigbienen und auch von anderen Insekten, insbesondere von Musciden und kleinen Canthariden besucht werden. Die Bienen konnte man direkt bei der Nahrungsaufnahme an den Ähren beobachten. Mit der Reifung der Ähren und dem Eintrocknen der Wundstellen hörte auch der Insektenbesuch auf. H. Böhm

Mac Gillivray (M. E.) und Spicer (P. B.): **Aphid Parasites Collected in New Brunswick in 1950. (Übersicht über die im Jahre 1950 in New Brunswick gesammelten Blattlausparasiten).** The Canad. Ent. 85, 1953, 423.

Die vorliegende Arbeit nennt 25 Aphidiinae, 1 Encyrtine, 6 Sphegigasterinae (Pteromalidae), 2 Charipinae (Cynipidae) und 2 Ceraphronidae und ihre Wirte mit Wirtspflanzen und Sammeldatum. Einige Arten sind Hyperparasiten. Eine Wirtsliste am Schlusse führt zu den einzelnen im Hauptteil nach Parasitenfamilien geordneten Arten. Allein von Macrosiphum solanifolii wurden 18, von Myzodes persicae 15 Arten gesammelt.

O. Böhm

Nolte (H. W.): **Über Knospen- und Rindengallen der Pflaumen.** Anz. f. Schädlingskd., XXVII. Jahrg., 1954, 6—7.

Die Pfaumengallmilbe (Eriophyes phloeocoptes Nal.) tritt seit einigen Jahren in Mitteldeutschland an mehreren Orten auf. Es liegen auch Meldungen über ein schädliches Vorkommen in Bulgarien, in Ungarn und England vor. Die Pflaumengallmilbe verursacht kleine, rötliche, kahle, stecknadelkopfgroße Gallen, die ziemlich dickwandig, ein- oder mehrkammerig sind. Sie sitzen einzeln oder gehäuft an den Ringeln, welche am Grunde der Jahrestriebe durch die Narben der Knospenschuppen gebildet werden. Die Milben überwintern innerhalb der Gallen. Pflaumengallmilbenschäden können mit Schäden die durch die Pflaumengallmücke (Ischnonyx prunorum Wachtl.) gebildet wurden verwechselt werden. Die Gallen der Pflaumengallmilbe sind aber Wucherungen der Rinde, während die der Pflaumengallmücke aus Knospen hervorgegangen sind. Bei starkem Auftreten der Gallmilbe wird auch eine Bekämpfung notwendig. Nach verschiedenen Autoren sind Dinitro-ortho-kresol-Präparate erfolgversprechend, jedoch dürften Frühjahrsspritzungen, sobald die Milben neue Triebe besiedeln und außerhalb der Gallen sind, wirksamer sein. Doch liegen hierüber noch keine Ergebnisse vor.

H. Böhm

Linke (W.): **Untersuchungen über Biologie und Epidemiologie der Gemeinen Spinnmilbe, Tetranychus althaeae v. Hanst., unter besonderer Berücksichtigung des Hopfens als Wirtspflanze.** Höfchen-Briefe 6, 1953, 185—238.

In dieser umfangreichen und grundlegenden Arbeit wird zunächst die systematische Stellung, Nomenklatur, Morphologie, Anatomie und die geographische Verbreitung von Tetranychus althaeae eingehend besprochen. Unabhängig von den bereits in der Literatur vorhandenen Angaben über den Wirtspflanzenbereich dieses Schädlings wurden vom Verfasser noch weitere Untersuchungen angestellt und die Pflanzenarten und -varietäten in eine Wirtspflanzenliste zusammengestellt. Sehr eingehend wird die Lebensweise von Tetranychus althaeae behandelt. Es konnte festgestellt werden, daß die Dauer der postembryonalen- und embryonalen Entwicklung unter konstanten Laboratoriumsbedingungen nicht mit der im Freiland bei entsprechenden Durchschnittstemperaturen übereinstimmt. Es wurde unter den wechselnden Freilandbedingungen eine Entwicklungsbeschleunigung beobachtet. Der Entwicklungsnullpunkt liegt bei 7·7° C. Durch hohe Temperaturen wird die Lebensdauer der Weibchen verkürzt, die Eizahl pro Zeiteinheit, aber erhöht. Die postembryonale Entwicklung wird durch anhaltende hohe Luftfeuchtigkeit verzögert. Abiotische Faktoren sind entscheidend für den Massenwechsel.

H. Böhm

Neumann (P.) und Schaffnit (E.): **Über den Einfluß des Bodens, insbesondere von Torf- und Moorboden, auf die Infektion von Keimlingen landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturpflanzen durch parasitäre Bodenpilze.** Ztschr. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz 48, 1953, 241—251.

Es wird über Untersuchungen mit Keimlingen und Jungpflanzen auf Torf-Sand-Gemischen gegen verschiedene parasitäre Bodenpilze berichtet, wobei die Parasiten von reinem Sand angefangen einem steigenden Torfgehalt, und zwar 5%, 10%, 20% und 40% Gewichtsanteil ausgesetzt wurden.

Gegen Fusarium nivale unter Verwendung von Petkuser Winterroggen als Wirtspflanze zeigte sowohl Sphagnum-Hochmoortorf als auch Carex-Flachmoortorf in einer Menge von 5 bis 10 Gewichtsprozenten im Boden einen hemmenden Einfluß auf die Infektion des Roggens, sofern dieser vom Boden ausgeht und nicht schon das in der Ähre reifende Korn befallen wurde. Die Natur des Torfes, seine Herkunft und Zusammensetzung spielt aber dabei eine wesentliche Rolle, denn die Schadensminderung gegen den Erreger des Schneeschimmels ist bei Carex-Flachmoortorf deutlich geringer.

Weitere Untersuchungsobjekte waren die für zahlreiche Kulturpflanzen äußerst gefährlichen Bodenpilze Pythium de Baryanum und Rhizoctonia solani. Als Wirtspflanzen standen Luzerne, Blumenkohl, Süßlupine und Kartoffel (Sorte Ackersegen) in Verwendung. Der Erfolg war wechselnd, meist genügte 10% Sphagnumtorf, um eine Minderung des Schadens durch diese Parasiten zu erreichen. Bei der Kartoffelsorte Ackersegen wurde erst bei 40% Torfgehalt voller Erfolg erzielt. Sphagnumtorf erwies sich wieder meist als überlegen, nur bei Süßlupine versagten Torfgaben gegen einen auf Leguminosen spezialisierten Rhizoctonia solani Stamm vollständig. Auch bei Blumenkohl darf trotz der Minderung des Schadens durch 10- bis 20%igen Gehalt von Sphagnumtorf auf Grund des unterschiedlichen Kurvenverlaufes steriler und nicht steriler Bodengemische angenommen werden, daß den adsorptiven Fähigkeiten des Torfs nur geringere Bedeutung zukommt und hier im wesentlichen biotische Faktoren am Erfolg beteiligt sind. Stark saure Torfgemische waren bestens geeignet und beeinflußten die Infektionen durch diese drei Bodenpilze stets stark, doch ist eine solche Bodenazidität den wenigsten der in Frage kommenden Kulturpflanzen zuträglich. Im feldmäßigen Anbau kommen aus Gründen der Rentabilität die erforderlichen hohen Torfgemische nicht in Frage, geringere Mengen bergen aber, da in den Versuchen mehrmals ein Befallsmaximum bei zirka 5% Torfgehalt festgestellt werden konnte, sogar die Gefahr einer Erhöhung von Infektionsschäden in sich.

J. Henner

Straib (W.): **Beiträge zur Kenntnis der an Futtergräsern auftretenden Rostpilze.** Zentralbl. Bakter., II. Abtg., 107, 1953, 1—39.

Untersucht wurde das Rostauftreten an Futtergräsern, für die bisher unsere Kenntnisse recht lückenhaft waren. Es wurden 6 Puccinia-Arten und eine Uromycesart festgestellt, unter denen besonders der Kronenrost (Puccinia coronata) von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung ist. Hingegen sind die speziellen Getreideroste für Futtergräser belanglos. Als hauptsächlichster Schmarotzer an Poa-Gräsern wurde ein Braunrost festgestellt. Überhaupt konnte der Wirtspflanzenkreis der einzelnen Roste durch künstliche Infektionsversuche stark erweitert werden. Innerhalb des Kronenrostes sind noch Spezialformen und innerhalb dieser wieder verschiedene pathogene Rassen zu unterscheiden. Eine Reihe von Grassorten erwiesen sich weitgehend immun. Für die Resi-

stenzzüchtung ist aber die sichere Diagnose der einzelnen Rostarten Voraussetzung, für die der Verfasser durch Ermittlung der Sporenabmessungen und durch die bildliche Darstellung der Uredokeimschläuche wertvolle Unterlagen beigebracht hat. H. Pschorn-W.

Braun (H.) und Voss (Th.): **Die Phoma-Trockenfäule der Kartoffel.** Der Kartoffelbau, 5, 1954, 15—17.

Als „Trockendelle" bezeichneten die Verfasser ursprünglich eine im Frühjahr 1953 erstmals beobachtete, stark schädigende Trockenfäule an Kartoffelknollen. Diese, an Alternaria-Hartfäule erinnernde Erkrankung, zeigt auf den Knollen mehr oder minder zahlreiche, flache, schüsselartige Vertiefungen, wobei das Fleisch unter den Flecken wenige Millimeter tief schwärzlich-braun verfärbt ist. Die Flecke sind von sehr verschiedener Größe, können auch ineinandergreifen und weisen manchmal einen geriffelten Rand wie bei Alternaria-Befall auf. Bei größerer Ausdehnung reißen die Vertiefungen oft in der Mitte auf.

Nähere Untersuchungen ließen erkennen, daß hier eine bereits 1936 in Schottland als „Brand" bezeichnete Erkrankung — hervorgerufen durch den Pilz Phoma foveata nov. spec. — vorliegt, deren Entstehung aber noch nicht vollständig geklärt ist. Auch sonstige Fragen, wie der Einfluß der Temperatur, Sortenanfälligkeit und Pflanzgutwert phomakranker Knollen bedürfen noch weiterer Klärung. Die Symptome der Knollenerkrankung lassen Verwechslungen mit der Alternaria-Hartfäule, weniger mit der Fusariumfäule, möglich erscheinen. Infektionen an Kartoffellaub gelangen zunächst, ohne aber nach gewisser Zeit fortzuschreiten, so daß die Phoma-Fäule in erster Linie nur eine Krankheit der lagernden Knolle zu sein scheint. J. Henner

Kämpfe (L.): **Ein einfaches Labor-Prüfverfahren für Nematozide.** Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin), 8, 1954, 9.

Zur raschen Vorprüfung einer größeren Menge von Nematoziden wurde ein Laborverfahren, aus mehreren Arbeitsgängen bestehend, ausgearbeitet, wobei mit dem gegen die Nematoden wirksamsten, aber von den natürlichen Freilandbedingungen am weitesten entfernten Test, dem Tauchversuch, begonnen wird. Zysten von Heterodera Schachtii werden 1—12 und mehr Tage lang getaucht, wobei das Aufsteigen der Zysten über den Flüssigkeitsspiegel durch Verwendung eines horizontal gelagerten und beiderseits durch Gaze verschlossenen, in die zu prüfende Probe untergetauchten Glasröhrchens verhindert wird. Die Wirkung des Präparates auf Eier und freie Nematodenlarven wird auf Hohlschliffobjektträgern in feuchter Kammer untersucht. Daran schließt sich der Schlüpfversuch, zu dem ebenfalls am besten die das ganze Jahr über schlüpfbereiten Larven von H. Schachtii verwendet werden. Im Fließpapiertest wirkt das Mittel von getränktem Fließpapier her, also weniger direkt, auf die Zysten ein. Präparate, die sich in diesen Versuchen als brauchbar erwiesen haben, werden noch dem Topftest mit Erde unterworfen, wobei auch der Einfluß verschiedener Bodentiefe Berücksichtigung findet. Dabei kann gleichzeitig die Einwanderungsfähigkeit der Larven in die Wirtswurzeln und die Pflanzenverträglichkeit der Präparate untersucht werden. Zur Erfolgskontrolle wird in allen Fällen eine mikroskopische Untersuchung der Zysteninhalte durchgeführt. Es werden die wesentlichsten Kriterien zur Unterscheidung lebender und toter Eier und Larven besprochen. Die Anwendung der Fluorochromierung nach Homeyer hat beim Kartoffelnematoden bisher unterschiedliche Ergebnisse gebracht. Die Weiterentwicklung dieser Methode bzw. ihre Vereinfachung ist dringend nötig. O. Böhm

Eigentümer, Verleger u. Herausgeber: Bundesanstalt für Pflanzenschutz, verantwortlicher Redakteur: Dr. Ferdinand Beran, sämtliche Wien 2., Trunnerstraße 5
Druck: Raiffeisendruckerei, Wien 18., Theresiengasse 58